



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR D'EDIFICACIÓ DE
BARCELONA

ALTERNATIVAS PARA LA CLIMATIZACIÓN DEL PROYECTO DE EDIFICACIÓN EN ALTURA EN VILLA FUTURO, COMUNA CURICÓ

MEMORIA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO DE LA EDIFICACIÓN

UPC-EPSEB / U. TALCA
JUAN JOSÉ BARCELÓ ANDREU

PROFESOR GUÍA: DON ARMANDO DURÁN

AGRADECIMIENTOS

Hay una gran cantidad de personas a las que quiero agradecer su contribución en la realización de esta memoria. Muchas que me han apoyado, han colaborado y me han ayudado directamente, otros que ni si quiera saben, ni imaginan que han contribuido de una forma u otra en esta memoria. Algunos están aquí en Chile, otros los dejé lejos, pero se que están muy cerca.

Primero agradecer el apoyo y consejos de mi profesor guía, Don Armando Durán por tu colaboración y apoyo. Gracias por hacer sencillo cosas que creía difíciles de conseguir.

Gracias a mis compañeros de clase, es difícil estar a miles de kilómetros de casa sin conocer a nadie. Pero enseguida los compañeros de clase me hicieron sentir ser uno más y me ayudaron a integrarme y me resolvieron muchas dudas del funcionamiento del curso y la memoria.

Agradecer también al Don Enzo Arellano, profesor de la asignatura Memoria, por las pautas y consejos dados para la realización de la tesis.

A los trabajadores y dirección facultativa de la obra de Villa Futuro por su colaboración y facilidad para visitar la obra. Gracias por dejarme las botas, mono de trabajo y el arnés para poder subir a la cubierta de la obra.

A Ignacio Claramonte, mi compañero de viaje Talca-Curicó, gran compañero, gran persona y espero que la amistad dure muchos años.

A los españoles de intercambio que he conocido en la U. de Talca, gracias, hemos formado una gran familia. Al resto de compañeros chilenos y de intercambio del resto del mundo. Son gente maravillosa, cada uno con una historia que contar.

A los trabajadores de RRH de la U. de Talca siempre facilitando las cosas y muy atentos en todo.

A los compañeros de la UPC-EPSEB, compañeros increíbles que sin ellos seguro no estaría aquí y no sería un futuro Ingeniero en la Edificación.

A los profesores de la UPC-EPSEB por su dedicación y por enseñarme el mundo de la construcción.

DEDICATORIA

Ésta memoria está dedicada a
mi familia, pareja y amigos
que he dejado a doce mil kilómetros de distancia.

RESUMEN EJECUTIVO

La presente tesis tiene como objetivo el desarrollo de un sistema de calefacción centralizado, mediante paneles solares, para un edificio de veinte departamentos en el complejo urbanístico de Villa Futuro, Curicó.

Se pretende promover que en futuras edificaciones similares, los empresarios constructores, integren instalaciones de calefacción para mejorar el confort climático en las viviendas. Todo ello utilizando recursos renovables naturales, como es la energía solar, y así reducir las emisiones de CO₂ y el gasto en combustibles.

Primero se explica como ha ido evolucionando los sistemas de calefacción en las viviendas, para posteriormente, mostrar los principales sistemas de calefacción que disponemos en la actualidad.

A continuación se explica el sistema utilizado. En nuestra instalación, un sistema de captación solar con sistema de acumulación colectiva, y en cada vivienda intercambiador, caldera de apoyo y radiadores de aluminio.

Todo ello, detallando los cálculos efectuados para el correcto funcionamiento de la instalación y cumpliendo la Normativa vigente. Mostrando también el diseño e implementación en el edificio con esquemas y planos.

En conclusión, mostramos los beneficios que se obtienen si desde un inicio del proyecto, se contempla el estudio y desarrollo de una instalación de calefacción colectiva en el edificio. Con una pequeña inversión inicial, se consigue que las viviendas tengan un plus de confort y comodidad que agradece el usuario. Puede ser el extra, que a la hora de buscar una vivienda, haga decantar la elección del usuario final.

EXECUTIVE SUMMARY

The objective of this thesis is to outline the development of a centralized heating system, using solar panels, for a building of 20 apartments in the new urban complex of Villa Futuro, Curicó.

It aims to promote that in similar buildings in the future, construction companies integrate heating systems which improve the comfort of the flats. All this through using renewable resources, such as solar energy, and therefore reducing CO₂ emissions and spending on fuels.

Firstly, this thesis will explain how heating systems have evolved over time and secondly, show the main systems that are currently available.

It will go on to explain the system which it was used. In this case, a system of solar panels and a communal solar tank. In each apartment, there will be a heat exchanger, a support boiler and aluminium radiators.

The calculations for the correct functioning of the installation, which comply with current legislation, will be detailed. In addition to this, the design and implementation in the building will be outlined through the use of schemes and plans.

In conclusion, we will show the potential benefits which could be obtained if, from the beginning of the project, the study and development of a heating system in the building is contemplated. With a small initial investment, it will be possible for homes to have more comfort and convenience for inhabitants. This could be the deciding factor for many potential buyers.

ALTERNATIVAS PARA LA CLIMATIZACIÓN DEL PROYECTO DE EDIFICACIÓN EN ALTURA EN VILLA FUTURO, COMUNA CURICÓ.

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	4
1.1 Introducción	4
1.2 Objetivos generales	5
1.2 Objetivos específicos	5
2 MARCO TEÓRICO	6
2.1 La calefacción a lo largo de la historia	6
2.1.1 Definición	6
2.1.2 Historia	6
2.2 La calefacción en la época actual	12
2.2.1 Sistema tradicional de calefacción mediante carbón o leña	12
2.2.2 Calefacción por energía eléctrica	13
2.2.3 Calefacción por Gas	19
2.2.4 Sistema de calefacción de caldera con radiadores	20
2.2.5 Sistema de calefacción de caldera con superficies radiantes	22
2.2.6 Sistema de calefacción de bomba de calor y fancoils	24
2.2.7 Sistema de calefacción de caldera y aire forzado	26
2.2.8 Aportación mediante colectores solares	27
2.2.9 Aportación mediante calor geotérmico	29
3 NORMATIVA	31
3.1 Generalidades	31
3.2 Normativa de aplicación	31
3.3 Normativa de consulta	32
4 DESARROLLO Y ESTUDIO DEL PROYECTO	34
4.1 Estudio del emplazamiento	34
4.2 Estudio del edificio	36
4.3 Estudio de la vivienda tipo	38

5 INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES CON SISTEMA DE ACUMULACIÓN COLECTIVA, INTERCAMBIADORES INDIVIDUALES, APOYO DE CALDERA Y RADIADORES	39
5.1 Funcionamiento del Sistema Solar Térmico (SST)	39
5.2 Instalación con sistema de intercambiador en cada vivienda	41
5.3 Captación solar y acumulación	44
5.4 Caldera de Condensación	46
5.5 Ubicación de los radiadores.	48
6 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA INSTALACIÓN	50
6.1 Generalidades del cálculo de la instalación	50
6.2 Consumo de ACS, necesidades energéticas y dimensionado	51
6.3 Componentes de la instalación	54
6.4 Esquema de principio	55
6.5 Diseño y dimensionado del sistema de captación solar	56
6.5.1 Generalidades	56
6.5.2 Orientación, inclinación, sombras de los paneles solares	56
6.5.3 Conexionado de los paneles solares	59
6.6 Cálculo de componentes del circuito primario, secundario y acumulación	61
6.6.1 Acumulación solar	61
6.6.2 Bombas circulación solar	61
6.6.3 Intercambio solar	62
6.6.4 Tuberías colectores solares	62
6.6.5 Aislante térmico de las tuberías circuito primario	64
6.6.6 Líquido solar y propilenglicol	64
6.6.7 Vaso de expansión	65
6.7 Cálculo componentes del circuito de distribución	69
6.7.1 Tuberías de distribución de acumulador a viviendas	69
6.7.2 Aislante térmico de las tuberías circuito distribución	71
6.7.3 Bombas circulación distribución	71
6.7.4 Vaso de expansión	72
6.8 Cálculo elementos de calefacción de la vivienda	73
6.8.1 Radiadores	73
6.8.2 Tuberías distribución de caldera a radiadores	76

6.9 Presupuesto	77
7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
7.1 Conclusiones	78
7.2 Recomendaciones	79
BIBLIOGRAFÍA	81
ANEXOS	83
Anexo 1. Algoritmo f-chart de verificación de cumplimiento de la contribución solar mínima (CSM)	84
Anexo 2. Tabla de energía de calefacción en viviendas sociales	85
Anexo 3. Tabla Norma UNE 37.141-76 de características de los tubos de cobre	86
Anexo 4. Fichas técnicas elementos de la instalación	87
Anexo 4.1 Paneles solares Ferroli ECOTOP V 2.3	87
Anexo 4.2 Acumulador Ferroli EPOXUNIT /ES 1000 – PB.	89
Anexo 4.3 Centralita de control Ferroli Delta Unit	90
Anexo 4.4 Bombas Grundfos UPSD 32-50F y UPSD 32-100 F	94
Anexo 4.5 Vasos de expansión Ibérica del Calor 12SMF y 100CMF	96
Anexo 4.6 Caldera condensación BLUEHELIX PRO 25	97
Anexo 4.7 Kit solar colectivo para caldera	99
Anexo 4.8 Válvula termostática Ferroli	101
Anexo 4.9 Radiadores Ferroli Xian 600 N	102
Anexo 5. Fotografías visita a obra y terreno	104
Anexo 6. Planos.	106
Anexo 6.1 Cubierta edificio. Paneles solares	107
Anexo 6.2 Cuarto técnico acumulador solar. Circuito de consumo	108
Anexo 6.3 Plano departamento tipo. Instalación de radiadores	109

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Introducción

En esta memoria se realizará el estudio de climatización de un edificio actualmente en construcción en la ciudad de Curicó.

Primero veremos como el ser humano a lo largo de la historia ha ido desarrollando diferentes formas y maneras de calentar y climatizar sus viviendas para mantener una agradable temperatura y confort climático en su hogar.

A continuación se muestran las diferentes técnicas más habituales que hoy en día se utilizan para garantizar un buen confort dentro de nuestras viviendas. Presentando los productos, describiendo como funcionan, sus principales componentes y cómo actúan en conjunto para dar forma a un sistema de climatización.

Posteriormente se procederá a analizar y estudiar las demandas y requerimientos técnicos del recinto a climatizar, es decir la tipología y características de las diferentes viviendas del edificio, el edificio en si y la localización de este.

También se detallará el sistema escogido, describiendo las ventajas que aporta a la edificación del estudio.

Finalmente, siendo esto el grueso de proyecto, realizaremos el diseño e implementación de la instalación de climatización en el edificio. Detallando los elementos y sistemas utilizados, realizando un estudio económico de los costos de la instalación. Todo ello acompañado de esquemas de principio y planos a escala de la instalación realizada.

1.2 Objetivos generales

El objetivo de esta memoria es el diseño e implementación de un sistema de climatización que sea económico y técnicamente factible para el constructor. Aportando el mayor confort térmico y rentabilidad económica posible para el consumidor final.

El edificio del estudio pertenece a un complejo de varias viviendas, las cuales se están edificando sin la instalación de calefacción en Curicó, por la cual, otro objetivo es que en futuras promociones inmobiliarias puedan implementarse instalaciones similares, que ayudarían a las familias a disfrutar más de su hogar.

1.3 Objetivos específicos

- Estudio de los diferentes métodos de calefacción actuales.
- Utilizar energías renovables no contaminantes (ERNC), reduciendo así los combustibles contaminantes.
- Conseguir el máximo confort térmico en la vivienda, siendo eficiente y eficaz con los recursos disponibles.
- Usar tecnologías disponibles y que puedan ser implementadas fácilmente en el mercado chileno.
- Realizar un presupuesto que permita futuras implementaciones.
- Detallar el diseño de la instalación.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 La calefacción a lo largo de la historia

2.1.1 Definición

Calefacción, (del latín *calefactio*, *-onis*) es una forma de climatización que consiste en satisfacer el equilibrio térmico cuando existe una pérdida corporal de calor, disipada hacia el ambiente, mediante un aporte calórico que permite una temperatura ambiente confortable. Éstos sistemas son destinados a climatizar, mayormente en invierno, los ambientes interiores de los edificios, casas, locales comerciales, etc.

Misión:

La misión de la calefacción es la de regular la pérdida de calor en el ser humano en épocas frías. Esto también requiere conocer otros factores que afectan el bienestar térmico, además de la ropa y la actividad realizada.

2.1.2 Historia

El ser humano, cuyo cuerpo no tiene protección de pelo o pluma, necesita calentarse durante las épocas frías. Lo ha conseguido fabricando vestidos (abrigo) o aprovechando el fuego, mediante diversos sistemas de calefacción. Desde que el hombre dominó el fuego, pudo habitar en latitudes donde una cierta parte del año las temperaturas eran bajas, calentando con fuego los espacios donde vivían.

El dominio del fuego parece que lo consiguió el Homo erectus hace unos 450.000 años. El combustible era la leña u otros restos vegetales, y deyecciones de animales herbívoros secas.

Pero el fuego tiene varios inconvenientes: desnudo en medio de un local, puede ser peligroso para los humanos, especialmente para los más jóvenes, necesita aire para la combustión, aire que obtiene del exterior, es decir, aire frío y tiene como resultado de la combustión humos, que también hay que evacuar, mediante ventilación. Primero fue el fuego en medio del local y luego se fueron inventando diversos sistemas para evacuar el humo mejor, para consumir menos combustible, etc.

Hipocausto / gloria:

Quizá la innovación más importante consistió en sacar la fuente de la calefacción del local habitado, evitando los humos y la entrada de aire frío para la combustión y esto, por los datos de que disponemos, se consiguió con el sistema de calefacción llamado hipocausto, invención griega, utilizada en en las termas de Olimpia y de Siracusa desde el 300 a.C. El fuego estaba en otro local y los humos, calientes, se llevaban por una serie de conductos bajo el piso (imagen 1) que llevaban los gases calientes del fuego situado en otro local y se liberaban al ambiente por conductos de terracota (llamados tubuli) en las paredes, las cuales a su vez experimentaban ganancia térmica debido a este proceso, dejando el calor antes de salir por el humero hacia el exterior. Las instalaciones más importantes se hicieron en las termas. Este sistema pervivió hasta hace muy poco en la Hispania musulmana y luego cristiana, en la que se utilizaba, de forma bastante generalizada un sistema directamente relacionado con el hipocausto, la gloria, utilizando paja como combustible.

Las ventajas de este tipo de instalación eran:

- El aire de combustión no barre el ambiente, como en el fuego abierto, y se evita el enfriamiento.
- La regulación de la potencia se hace regulando la entrada de aire, lo que no se puede hacer en fuegos dentro del local.
- El fuego no está al alcance de la gente, evitando quemaduras, especialmente en los niños.



Imagen 1: Hipocausto de la villa de Vieux-la-Romaine, Normandía
Fuente: [es.wikipedia.org/wiki/Villa_\(poblaci3n\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Villa_(poblaci3n))

Chimenea hogar

Probablemente, las chimeneas hogar (imagen 2) aparecieron en latitudes más septentrionales, donde la calefacción es más necesaria y, aunque había algo parecido en las cocinas de países de más al sur (con una campana para recoger los humos y un par de escaños a los lados), las dedicadas exclusivamente a calefacción no forman parte de la arquitectura hasta el siglo XI. Aunque la chimenea mejoró técnicamente con el paso del tiempo, nunca fue un sistema de calefacción eficaz. En el siglo XIX, una chimenea hogar doméstica requería para el tiro entre 800 a 1000 metros cúbicos de aire por hora, aire del exterior, frío, y por lo tanto el enfriamiento es tanto mayor cuanto más se atice el fuego. Y raramente había una ventosa (conducto de toma de aire exterior directamente al hogar) para dar el aire necesario para la combustión y el arrastre de los humos, así que el aire debía entrar por las ventanas y las puertas enfriando el local.



Imagen 2: Antigua chimenea hogar, Valverde de Leganés, España
Fuente: maquinarialavera.es

Este dispositivo se continúa usando porque tiene varias ventajas:

- Es económico o no tiene ningún costo (sólo la leña).
- Es fácil de construir.
- Es fácil de usar y de controlar.
- Se puede usar con diferentes combustibles.
- Se adapta a las formas de los recipientes.

Estufas:

Un sistema perfeccionado a partir de la chimenea hogar, fue la estufa. Construida en obra tenía dos compartimentos, uno superior, llamado brasero, donde se ponía y ardía el combustible, y otro inferior, cenicero, separado del anterior por una rejilla, donde caían y se retiraban las cenizas. En la boca de este compartimento había una trampilla de cierre que permitía poner varias posiciones para regular la entrada de aire y, con ella, la potencia del fuego. Un humero o chimenea, llevaba los humos al exterior. Las ventajas de este sistema sobre el fuego abierto (chimenea hogar) es que permite una regulación efectiva de la potencia de calor, sin necesidad de manipular el fuego, y que el fuego se produce fuera del alcance de las personas.

Las ventajas de las estufas son:

- Tenían un sistema para regular la entrada de aire de combustión.
- Los humos no tenían otra salida que el humero, sin posibilidad de revocar hacia el local.
- Al regular la entrada de aire, se podía regular la potencia emitida porque, a menor cantidad de aire, menos llama y combustión más lenta.
- Al estar confinado, se conseguían temperaturas más altas de combustión, y se aprovechaba mejor el calor del combustible.



Imagen 3: Estufas salamandra de leña, actual y antigua
Fuente: google imágenes

Benjamín Franklin inventó la estufa salamandra (imagen 3), el primer artefacto no integrado en la construcción, que permite una mejor regulación de la combustión y mejor control del humo, por lo que también suponía un ahorro de combustible. De todos modos, frente al hipocausto y a la gloria,

tiene el inconveniente de que la combustión se hace en el local a calefactar, por lo que debe tener una entrada de aire que enfría el ambiente.

En el año 1.619 apareció la primera obra completa sobre las estufas publicado por Franz Kessler. Este trabajo describe los principios de la calefacción usada en Alemania en la época, que se perfeccionaron muy poco hasta el siglo XIX.

Calefacción centralizada

A partir de la Revolución Industrial (segunda mitad del siglo XVIII) se empieza a manejar el vapor en las máquinas motrices y se desarrolla la técnica de conducción de fluidos por tuberías, fluidos calentados en calderas a partir de combustibles, generalmente sólidos, principalmente tres: leña, turba y hulla.

A principios del siglo XX, cuando la industria fue capaz de proporcionar tuberías a un precio razonable, la calefacción se convirtió en lo que hoy conocemos por tal: una caldera, situada en un recinto donde no molesta, en las mismas condiciones que el hipocausto, y unos emisores de calor (radiadores, suelo radiante), unidos por tuberías a la caldera (calefacción por agua caliente). Empiezan a aplicarse estas técnicas a sistemas de calefacción de edificios con calderas de carbón, tuberías y radiadores, utilizando el vapor como caloportador. La más antigua de las instalaciones consistía en una caldera de carbón, una red de tuberías y radiadores (imagen 4). El caloportador circulaba por las tuberías por termosifón o tiro térmico, por lo que era conveniente que la caldera estuviera situada en un nivel más bajo que los emisores.



Imagen 4: Radiador a vapor de calefacción centralizada
Fuente: articulo.mercadolibre.com.ar

Las ventajas del sistema son:

- El fuego está en un local específico (que puede estar todo lo ventilado que sea necesario), no en los locales a caldear.
- Un solo hogar sirve para calentar varios locales o incluso un edificio completo.

Como se ha dicho, el caloportador inicial fue el vapor que luego se sustituyó por el agua. Al inicio los sistemas de calefacción centralizada se movía por el sistema de termosifón, por lo que las tuberías debían ser bastante gruesas para facilitar la circulación. Además las de ida debían ir cercanas al techo, por encima de los emisores y las de retorno por el suelo. Más adelante se añadió una bomba para la recirculación, lo que permitía tuberías más delgadas, llevarlas por cualquier recorrido y la caldera podía estar en cualquier situación respecto a los radiadores. A cambio no es demasiado conveniente que la caldera sea de combustión continua, es decir de combustible sólido (carbón o pellas de madera), porque un corte en el suministro eléctrico pararía la bomba y la caldera podría calentarse demasiado.

A la vez que se fue abandonando el vapor, cambiándose por agua, el combustible también cambiaba, el carbón cambió por fueloil primero o gasóleo después y a partir del año 1.960 por gas y gas natural.

2.2 La calefacción en la época actual

2.2.1 Sistema tradicional de calefacción mediante carbón o leña

La calefacción mediante estufa de leña o carbón (imagen 5) es el sistema de calefacción más antiguo y tradicional, aún utilizado en zonas rurales o pueblos alejados, su utilización implica cierto grado de riesgo y no existe una buena regulación para su control, además presenta otros inconvenientes como el almacenamiento y la limpieza de residuos, su precio oscila bastante; dentro de sus ventajas esta su fácil consecución e instalación.



Imagen 5: Estufa de leña actual
Fuente: google imágenes

2.2.2 Calefacción por energía eléctrica

Puede utilizarse tanto de forma individual como en una instalación centralizada. También sirve como combustible complementario, con procedencia de otras energías alternativas.

Si se elige un sistema de bomba de calor, puede ser mixto y funcionar como calentador en invierno y aire acondicionado en verano. Una de sus ventajas radica en que según el aparato que se utilice puede ser portátil y el mantenimiento que precisa es poco además de no requerir instalaciones complicadas. Es confortable, algunos equipos se pueden programar y automatizar con sencillez y su rendimiento es elevado. También es una energía limpia y segura.

Tipos de sistemas eléctricos de calefacción individuales:

- Radiadores de aceite.
- Radiadores de cuarzo.
- Placas radiantes.
- Convectores.
- Bombas de calor.

Radiadores de aceite

Los radiadores de aceite (imagen 6), también llamados radiadores de termofluidos, cuentan con una resistencia eléctrica de acero que transmite calor a un aceite especial inodoro. Se enchufan en cualquier toma eléctrica.



Imagen 6: Radiador de aceite
Fuente: google imágenes

Ventajas:

- Por su gran inercia térmica mantienen el calor durante más tiempo.
- Llevan termostato y programador para lograr una temperatura constante, evitar sobrecalentamiento y regular el consumo energético.
- No producen gases ni humos, ni emiten residuos que contaminen el ambiente.
- Algunos de estos emisores incorporan ionizador, un dispositivo que desprende iones beneficiosos para la salud, porque producen relajación y reducen el estrés.

Inconvenientes:

- Su precio elevado.
- El precio en aumento de la electricidad y que pueden obligar a contratar más potencia en el hogar, con lo que se incrementa la factura.

Radiadores de cuarzo

Los radiadores de cuarzo (imagen 7) o estufas de infrarrojos: disponen de unos tubos de cuarzo que se calientan usando energía eléctrica.



Imagen 7: Radiador de cuarzo
Fuente: google imágenes

Ventajas:

- Emiten un calor muy intenso e instantáneo por radiación.

Inconvenientes:

- El consumo energético es muy elevado por lo que se recomiendan para estancias pequeñas.
- Deben instalarse fuera del alcance de los niños para evitar quemaduras.

Placas radiantes

Las placas radiantes (imagen 8) son envolturas metálicas lisas que emiten calor al instante por radiación.



Imagen 2.8: Placa radiante
Fuente: google imágenes

Ventajas:

- El calor es instantáneo.
- La temperatura que alcanzan es tal, que las ondas radiantes se reparten uniformemente por la habitación, haciendo que la temperatura sea muy regular.

Inconveniente:

- Su precio elevado.

Convectores

Los convectores (imagen 9) disponen de una resistencia eléctrica que calienta el aire frío que entra por la parte inferior del aparato y lo expulsa por la superior ofreciendo así calor al instante regulado mediante un termostato. Algunos modelos (turboconvectores o termoventiladores) incorporan un ventilador en el interior del chasis para que el aire circule más rápido.



Imagen 9: Convector
Fuente: google imágenes

Ventajas:

- La instalación es mínima, basta con enchufarlo.
- Dan calor al instante y son de bajo consumo.

Inconvenientes:

- No son eficaces para calentar grandes espacios.
- Son un poco ruidosos.
- No se recomiendan para personas alérgicas al polvo.

Acumuladores de calor

Los acumuladores de calor (imagen 10) emplean energía eléctrica para producir y almacenar calor para después liberar la energía calorífica cuando se necesite con un flujo regulable. Están compuestos por unas resistencias eléctricas que calientan un núcleo acumulador formado por placas de material refractario con un aislamiento térmico para conservar el calor en el núcleo y limitar la temperatura del exterior del aparato, así como sistemas de seguridad y control y dos termostatos, uno para regular la carga y otro para la emisión de calor. El aire frío entra en el aparato por una rejilla, pasa por el núcleo acumulador y, una vez caliente, sale al exterior. Los hay de dos tipos: estáticos (el calor se transmite por convección natural) y dinámicos (incorporan un ventilador que fuerza la convección al impulsar el aire a través del núcleo acumulador).



Imagen 10: Acumulador de calor
Fuente: google imágenes

Ventajas:

- La instalación es sencilla.
- Son apropiados para grandes necesidades de calefacción.

Inconvenientes:

- La inversión inicial en el equipo es más cara.
- La recarga se realiza de noche con lo que no se puede regular o adaptar a las necesidades del día siguiente.

Bombas de calor

Las bombas de calor (imagen 11) son un sistema de climatización de alta eficiencia energética en donde el agente que se ocupa de compensar las cargas térmicas del espacio a condicionar puede ser agua y/o aire. Estos sistemas no son aptos para climas muy fríos, para estos casos se recomienda la tecnología “Inverter”, que dispone de un compresor de potencia adaptable. Un compresor de tipo Inverter funciona siempre con una potencia adaptable, trabajando con más fuerza cuando la temperatura se aleja de lo que marca el termostato, y con menos fuerza cuando el cambio de temperatura es más suave. Esta tecnología mejora el funcionamiento de las instalaciones y aumenta el rendimiento del equipo.



Imagen 11: Equipo compuesto por bomba de calor y split
Fuente: google imágenes

Según de dónde se extraiga el calor y en función del fluido utilizado para transmitirlo, existen tres tipos de bombas de calor:

- Bomba de Calor Aire-Agua: extrae el calor del exterior y lo transmite al interior a través de un circuito de calefacción por agua.
- Bomba de Calor Agua-Agua: extrae el calor de un río, lago o pozo para calentar o enfriar un circuito de calefacción.
- Bomba de Calor Aire-Aire: es la más usada, extrae la energía del aire exterior y lo transmite al interior también en forma de aire.

Las bombas de calor tienen diferentes formas de distribución, que pueden ser las siguientes:

- Consola o equipo unitario: todos los componentes están juntos en una única unidad.
- Split: los componentes se separan en una unidad interior y otra exterior, para evitar el ruido del compresor en el interior del local a climatizar.
- Multisplit: en el interior de la vivienda hay varias unidades para climatizar diferentes estancias.

Ventajas:

- Cubre tanto calefacción como refrigeración.
- Equipos muy eficientes: con 1 kW eléctrico aportan 3 kW térmicos.
- Tienen varias opciones de instalación: consola, Split, multisplit y sistemas de distribución.
- Ofrecen la tecnología Inverter, que aumenta el rendimiento del equipo y mejora el funcionamiento del sistema.
- Apta para todo tipo de superficies.

Desventajas:

- A temperaturas muy bajas el rendimiento de estos equipos disminuye.
- Alta inversión económica.

2.2.3 Calefacción por gas

Ocupa un puesto predominante entre los combustibles más empleados en la actualidad.

El gas natural es limpio, no contamina y es eficaz. Además, su coste de instalación queda rápidamente amortizado por el ahorro que ofrece. Una vez instalado, puede ser utilizado tanto como calefacción, como para la producción de agua caliente y para la cocina. La calefacción mediante gas natural permite una fácil regulación del calor en cada estancia.

La calefacción por gas propano puede presentar varias modalidades para su almacenamiento. Se puede almacenar en recipientes pequeños (imagen 12) en lugares aireados o en depósito fijo, ya sea individual o colectivo y centralizado. Su potencia calorífica es superior al gas natural. Su coste puede resultar algo inferior al gas natural, siempre dependiendo del tipo de instalación y almacenamiento.



Imagen 12: Estufa con bombona de gas
Fuente: google imágenes

2.2.4 Sistema de calefacción de caldera con radiadores

La forma de producción de calor más habitual en una caldera es usar combustible sólido, líquido o gaseoso. Pueden ser individuales o colectivas. En cada ambiente se colocan los radiadores (imagen 13) que cubran las necesidades térmicas para asegurar el confort térmico.

Los radiadores son aparatos metálicos por el interior de los cuales circula el agua de la instalación que ha sido previamente calentada en las calderas; emiten el calor por radiación y por convección, el porcentaje entre ambas formas de emisión de calor varía según los tipos de radiadores y condiciones de funcionamiento, siendo en muchos casos muy superior la fracción de convección sobre la de radiación, independientemente de lo que su nombre parezca indicar.

La tendencia actual es utilizar radiadores de aluminio en las instalaciones domésticas de calefacción, en vez de radiadores de acero o hierro, principalmente, por motivos estéticos y de precio.



Imagen 13: Caldera de gas y radiadores
Fuente: google imágenes

Entre las ventajas de instalar radiadores de aluminio para la calefacción de casas y locales, destacan las siguientes:

- El costo de instalación es más bajo y la manipulación es más sencilla, en comparación con los radiadores de acero y hierro.
- Son más pequeños que los de hierro o acero.
- Se calientan rápidamente.
- Es fácil instalar radiadores de diferentes tamaños.

- El sistema que utilizan permite la realización de diferentes modelos, lo que mejora la estética de la decoración.
- Resisten bien la corrosión si la instalación está bien realizada.

A pesar de que los radiadores de aluminio presentan múltiples ventajas, también se observan algunas desventajas, entre las que destacan las siguientes:

- Los radiadores de aluminio se enfrían antes que los radiadores de acero o hierro, por lo que mantienen el calor durante menos tiempo.
- Los radiadores de aluminio tienen menor resistencia a los impactos que los radiadores de hierro o acero.
- En caso de congelación se pueden romper y no es posible repararlos.
- Su instalación es complicada y no está libre de riesgos, por lo que es necesario que corra a cargo de personal especializado.
- La vida útil de los radiadores de aluminio es menor que la de los fabricados en hierro o acero.

A pesar de las desventajas que ofrecen los radiadores de aluminio, en la actualidad son los más comunes de instalar, ya que los argumentos de la estética y del precio pesan más que las posibles desventajas que puedan tener.

2.2.5 Sistema de calefacción de caldera con superficies radiantes

También usa una caldera para la producción del calor. Los sistemas de superficies radiantes consisten en mantener grandes superficies a temperaturas relativamente bajas, proporcionando las condiciones de confort de manera más homogénea y con menores temperaturas del aire. De las diferentes alternativas en calefacción: suelo, paredes o techos, las soluciones más extendidas corresponden a los suelos radiantes. Se trata de tubos colocados en el suelo de la vivienda. Su principal ventaja es el ahorro, ya que basta calentar el agua a unos 40 grados para que el sistema funcione. Su desventaja es que tarda mucho tiempo en calentar la casa a la temperatura deseada.

El sistema, como se aprecia en la imagen 14, consiste en la instalación en el forjado del hormigón de tubos de termoplástico, láminas o paneles calefactores, que se colocan bajo el pavimento sobre una plancha de material aislante térmico, ocupando la mayor parte e incluso la totalidad de la superficie del local (imagen 15). Estos desprenden calor a la vivienda sin ser visibles, por lo tanto no ocupan espacio y están preinstalados en la vivienda.

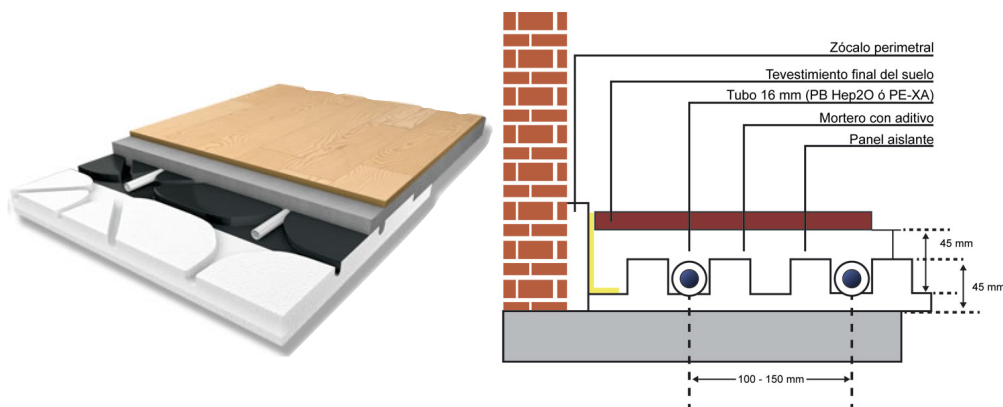


Imagen 14: Detalle en perspectiva y sección de las diferentes capas de un suelo radiante
Fuente: <http://www.rosfrioyscalor.com>



Imagen 15: Suelo radiante, pendiente de cubrir con el pavimento
Fuente: google imágenes

Ventajas:

- El sistema de suelo radiante ha evolucionado de tal manera que no sólo calienta en invierno si no que puede realizarse la instalación para que en verano enfríe.
- Ahorro de espacio, evitamos tener objetos que ocupan espacio como pueden ser los radiadores en las estancias donde se ubique.
- Ahorro energético, este sistema consume menos que los convencionales de calefacción.
- Confort óptimo y uniforme, ya que toda la estancia se calienta por igual, siguiendo el dicho del refranero “pies calientes, cabeza fría”.
- Ecológico. Dada la baja temperatura requerida, la instalación de suelo radiante se puede combinar con fuentes de energía renovables a baja temperatura, como la energía solar y geotérmica, disminuyendo el consumo de los combustibles fósiles.
- Saludable. El bajo grado de humedad conseguido evita la aparición de ácaros y el desarrollo de alergias. Gracias a la ausencia de circulación de aire en la habitación, se reduce significativamente la cantidad de polvo.

Inconvenientes:

- Económico. La instalación de este sistema es más elevada económicamente debido a la labor de fontanería que conlleva.
- Espesor. Este sistema necesita un espesor en el suelo para su correcta instalación. Hemos de tener en cuenta la altura total con la que contamos en la estancia.

2.2.6 Sistema de calefacción de bomba de calor y fancoils

Un ventiloconvector o fancoil (imagen 16) es un equipo de climatización que consta de un intercambiador de calor, un ventilador y un filtro.

Pueden trabajar bien refrescando o bien calentando el ambiente, según la temperatura del agua con la que se alimente.

El sistema de climatización por fancoils permite un control del clima por zonas, proporcionando un alto grado de confort en invierno y verano, con un considerable ahorro de energía.

Los fancoils disponen de un ventilador que acelera el paso del aire por una batería en la cual se transfiere el calor al aire de los locales, por lo que la densidad de potencia disipada es muy superior a la de los radiadores.

Al igual que los radiadores deben instalarse fijados a la pared o al suelo, disponiéndose de llaves de corte en la entrada y salida de agua.

Debido a su capacidad de emisión calorífica suelen trabajar con temperaturas inferiores a las de los radiadores, habitualmente con temperaturas de impulsión entre 45°C y 60°C. Son equipos utilizados en instalaciones tanto de calefacción como refrigeración.



Imagen 16: Fancoil de diseño visto y oculto para falso techo
Fuente: google imágenes

Ventajas:

- Un funcionamiento silencioso y alto rendimiento.
- Control remoto multifunción.
- Montaje adaptado a las necesidades.

- Posibilidad de climatizar con un fancoil distintos recintos mediante conductos de aire.
- En falso techo fácil acceso para instalación y mantenimiento.
- Materiales de alta resistencia.

2.2.7 Sistema de calefacción de caldera y aire forzado

Los sistemas de calefacción de aire forzado son comunes en edificios de oficinas y grandes superficies de un único propietario. Los conductos (imagen 17) mueven el aire caliente desde la caldera a distintas áreas a climatizar. Las unidades de aire forzado han demostrado ser confiables pero siempre que tienen problemas es fácil encontrar personas calificadas para las reparaciones y los arreglos tienden a tener costos razonables. Los inconvenientes son que las unidades de aire forzado resecan el aire de la casa y producen mucho polvo cuando la caldera se enciende.



Imagen 17: Conductos para aire forzado por falso techo
Fuente: google imágenes

Ventajas:

- El método de distribución que puede utilizarse para enfriar.
- El aire puede filtrarse.
- El aire puede humidificarse y deshumidificarse.
- No es caro.

Desventajas:

- Requieren conductos y eso ocupa espacio en las paredes y techos.
- A menudo se escuchan los ruidos del horno y de los conductos.
- El movimiento del aire puede diseminar polvo, suciedad y agentes alérgicos.
- El aire requiere de filtros y de mantenimiento regular.

2.2.8 Aportación mediante colectores solares

Un captador o colector solar (imagen 18), es un dispositivo diseñado para recoger la energía radiada por el sol y convertirla en energía térmica. Esta energía térmica calienta un fluido que es transportado mediante conductos al lugar a calentar.

Este sistema precalienta el agua antes de entrar en la caldera, ahorrando así energía y combustible a la hora de producir el calor. Es un sistema limpio, ya que es una energía renovable no contaminante ERNC. Una vez hecha la instalación puede funcionar indistintamente con radiadores o suelo radiante, también es usada para producir agua caliente sanitaria (ACS).



Imagen 18: Colector solar de tubos de vacío con acumulador
Fuente: fotosimágenes.org/colector-solar

Ventajas:

- La energía solar es un recurso renovable prácticamente ilimitado. Hay virtualmente una provisión ilimitada de energía solar que podemos usar. Esto significa que nuestra dependencia de combustibles fósiles se puede reducir en proporción directa a la cantidad de energía solar que producimos. Con el constante incremento en la demanda de fuentes de energía tradicionales y el consiguiente aumento en los costos, la energía solar es cada vez más una necesidad.
- No contamina. La energía solar es una excelente fuente de energía alternativa porque no hay contaminación al usarse.
- Tiene un bajo costo de aprovechamiento. El único costo asociado al uso de la energía solar es el costo de fabricación de los componentes e instalación. Tras la inversión inicial no hay costos adicionales asociados a su uso.
- Es adaptable a las necesidades. Los sistemas de energía solar pueden ser diseñados para ser flexibles y expansibles. Esto significa que tu primer proyecto solar puede ser pequeño y puedes

aumentar en el futuro la capacidad de tu sistema para adaptarlo a tus necesidades. Al empezar con un proyecto relativamente pequeño puedes reducir el gasto inicial.

- La energía solar opera con sistemas silenciosos. No hay contaminación por ruido.

Desventajas:

- Los grandes proyectos de generación de energía solar a escala comercial pueden requerir grandes cantidades de tierra. Sin embargo, un sistema para una casa habitación no tiene este problema.
- Los costos iniciales de instalación de un sistema de energía solar pueden ser altos comparados con otras alternativas. Sin embargo, como se señaló en el apartado de ventajas, no existen costos posteriores, por lo que la inversión inicial se recupera rápidamente.
- En algunos lugares la luz solar no tiene la intensidad o no es suficientemente constante para proporcionar un flujo de energía permanente.

2.2.9 Aportación mediante calor geotérmico

Una instalación de geotermia permite cubrir las necesidades de climatización y de agua caliente sanitaria de la forma más eficiente y menos contaminante, con un rendimiento y grado de confort muy elevado. Permite ofrecer a los usuarios de la vivienda un confort máximo y un inmejorable rendimiento de sus instalaciones durante muchos años. Aunque es más costosa de instalar, la calefacción geotérmica demuestra que vale la pena ahorrándole a los propietarios un 50 a 70 por ciento de sus cuentas de calefacción en comparación a otros sistemas. Los sistemas de calefacción geotérmicos (imagen 19) usan un sistema de tuberías para empujar el calor hacia arriba desde abajo de la línea de congelamiento. Luego una caldera regula la temperatura, distribuyendo el calor a través de un sistema de calefacción radiante o de aire forzado. Este tipo de sistema se instala con mayor frecuencia en las construcciones nuevas. No siempre es posible adaptar los sistemas de calefacción geotérmica en una casa existente y, cuando sí se puede, tal vez implique una gran renovación.

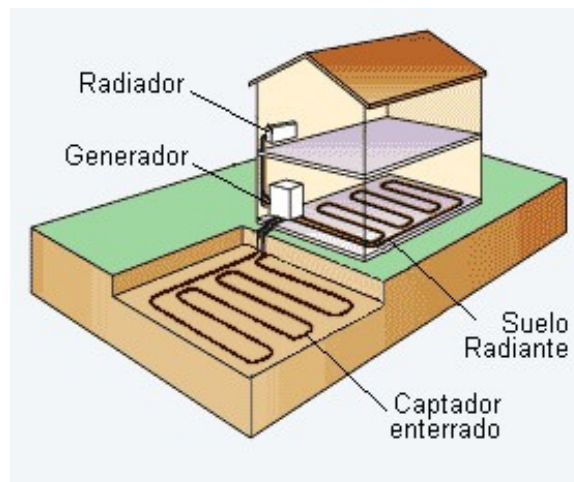


Imagen 19: Esquema de producción de calor por geotermia
Fuente: Geotermia. Calor limpio y eficiente

Ventajas:

- Genera imagen de modernidad, las instalaciones de geotermia se perciben como un signo de modernidad y compromiso de los inquilinos con el medio ambiente.
- Este tipo de instalaciones contribuyen a educar la realidad energética actual. Aunque en Chile es de reciente implantación, en países nórdicos y del centro de Europa llevan instalando este tipo de sistemas desde hace varios años.

- Es integral, permite la producción de calor y frío en un solo equipo. Incluso posibilita modular la calefacción y la refrigeración simultáneamente, lo que permite su amortización durante todo el año.
- Durabilidad: Sistema protegido de la intemperie.
- Gastos de consumo reducidos. Las instalaciones geotérmicas tienen un coeficiente de rendimiento muy superior a otros sistemas convencionales. Si está correctamente diseñada, puede generar de 4 a 6 kW de calor por cada kW de electricidad utilizado, lo que se traduce en un ahorro de hasta el 75% en el consumo anual de energía.
- A pesar de que la inversión inicial en una instalación geotérmica es superior a una convencional, su amortización se debe plantear mediante el ahorro de combustible, puesto que por término medio, consume un cuarto de la energía requerida por otro tipo de combustibles fósiles.
- Impacto visual nulo: Circuito de intercambio con el subsuelo enterrado.
- No son necesarios depósitos de combustible, unidades externas, chimeneas o torres de refrigeración, mejorando por tanto la estética.
- Proporciona seguridad y fiabilidad al usuario puesto que, al contrario que otros sistemas convencionales, se anulan los riesgos de aparición de legionela u otras bacterias.
- Aparatos libres de emisión de humos, ruidos y olores.
- Bajo costo de mantenimiento.
- Disminución de emisiones de CO₂ puesto que la energía es generada a través del calor que nos aporta la tierra.
- No son necesarios grandes espacios para su instalación.

3 NORMATIVA

3.1 Generalidades

En Chile existen pocas normas de climatización, no obstante hay normas y reglamentos de otras especialidades que se deben considerar en un proyecto de climatización y generación de agua caliente sanitaria. Éstas son en algunos casos de carácter obligatorio y en otros su aplicación es de buena praxis profesional.

A las instalaciones recogidas bajo este documento, por lo general se les puede aplicar el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios en Chile (RITCH) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC), junto con la serie de normas NCh, EN y UNE sobre energía solar térmica. Los cálculos de la instalación se realizan según el Manual de Buenas Prácticas para el Diseño de Instalaciones Solares Térmicas, documento emitido por la Cámara Chilena de la Construcción.

3.2 Normativa de aplicación

Se considerará la edición más reciente de las normas y leyes mencionadas, con las últimas modificaciones oficialmente aprobada.

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios en Chile (RITCH) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC).
- D.S. N° 222-1996: Reglamento de Instalaciones Interiores de Gas. Ministerio de Economía/SEC. Última modificación 1998.
- NCh Elec. 4/2003: Norma para Instalaciones de Baja Tensión en Chile.
- D.S. N° 47-1992: Reglamento General de Urbanismo y Construcción. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Última modificación 2006.
- NCh352.Of1961: Condiciones acústicas que deben cumplir los edificios.
- NCh352/1.Of2000: Aislación acústica - Parte 1: Construcciones de uso habitacional – Requisitos mínimos y ensayos.

- NCh1914/1.Of1984: Prevención de incendios en edificios - Ensayo de reacción al fuego - Parte 1: Determinación de la no combustibilidad de materiales de construcción.
- NCh1914/2.Of1985: Prevención de incendio en edificios - Ensayo de reacción al fuego - Parte 2: Determinación del calor de combustión de materiales en general.
- D.S. N° 594-1999: Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. Última modificación 2003.
- Ley No 19.300: Sobre Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA).
- Ley 20.096 - 2006 Establece mecanismos de control aplicables a las sustancias agotadoras de la capa de ozono.
- NCh30. Of1998 ISO 1000: Unidades SI y recomendaciones para el uso de sus múltiplos y de otras ciertas unidades.

3.3 Normativa de consulta

- Manual de buenas prácticas para el diseño de instalaciones solares térmicas, Cámara Chilena de la Construcción.
- NCh3096/1.c2007: Sistemas solares térmicos y componentes. Colectores solares. Parte 1: Requisitos generales. (Norma internacional equivalente: UNE-EN 12975-1).
- NCh3096/2.c2007: Sistemas solares térmicos y componentes. Colectores solares. Parte 2: Métodos de ensayo. (Norma internacional equivalente: UNE-EN 12975-2).
- NCh3120/1.c2007: Sistemas solares térmicos y componentes. Sistemas solares prefabricados. Parte 1: Requisitos generales. (Norma internacional equivalente: UNE- EN 12976-1).
- NCh3120/2.c2007: Sistemas solares térmicos y componentes. Sistemas solares prefabricados. Parte 2: Métodos de ensayo. (Norma internacional equivalente: UNE- EN 12976-2).
- NCh3088/1.c2007: Sistemas solares térmicos y componentes. Sistemas solares a medida. Parte 1: Requisitos generales. (Norma internacional equivalente: UNE-EN 12977-1).
- NCh3088/2.c2007: Sistemas solares térmicos y componentes. Sistemas solares a medida. Parte 2: Métodos de ensayo. (Norma internacional equivalente: UNE-EN 12977-2).
- NCh3088/3.c2007: Sistemas solares térmicos y sus componentes - Sistemas hechos a medida - Parte 3: Caracterización del reconocimiento de acumuladores para sistemas solares de calefacción.

- prEN 806-1: Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption. Part 1: General.
- prEN 1717: Protection against pollution of potable water in drinking water installations and general requirements of devices to prevent pollution by back flow.
- ENV 1991-2-3: Eurocode 1. Basis of design and actions on structures. Part 2-3: Action on structures; snow loads.
- ENV 1991-2-4: Eurocode 1. Basis of design and actions on structures. Part 2-4: Action on structures; wind loads.
- EN 60335-1/1995: Safety of household and similar electrical appliances. Part 1: General requirements (IEC 335-1/1991 modified).
- EN 60335-2-21: Safety of household and similar electrical appliances. Part 2: Particular requirements for storage water heaters (IEC 335-2-21/1989 + Amendments 1/1990 and 2/1990, modified).
- ENV 61024-1: Protection of structures against lightning. Part 1: General principles (IEC 1024-1/1990, modified).
- NCh2904.Of2004: Energía solar térmica. Vocabulario. (Basada en ISO 9488).

4 DESARROLLO Y ESTUDIO DEL PROYECTO

4.1 Estudio del emplazamiento

El edificio a estudiar se encuentra en Curicó, perteneciente a la región de Maule, la Comuna de Molina, en latitud 35. Está ubicado en el complejo urbanístico de Villa Futuro (imagen 20), en el sector la Marquesa, en la calle Carmen s/n.

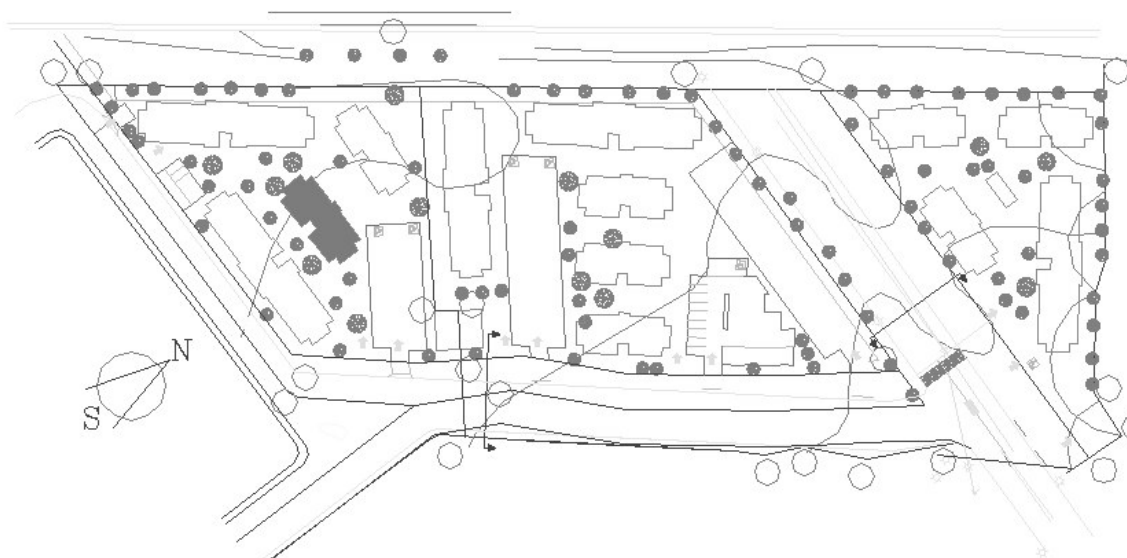


Imagen 20: Plan urbanístico de la urbanización Villa Futuro
Fuente: Dirección Facultativa de la obra

Tiene alta oscilación diaria de temperatura en verano entre el día y la noche mayores a 17° C en prácticamente toda la zona de Curicó. En invierno esta oscilación disminuye a aproximadamente 10°C en la zona centro.

Alta radiación solar en verano y baja en invierno. Promedio de radiación solar horizontal total entre 1,4 kWh/m²día (Julio) y 6,9 kWh/m²día (Enero).

A efectos del cálculo de la carga de consumo, los valores de temperatura y radiaciones en Curicó se podrán tomar de la siguiente tabla 1.

Temperatura ambiente media para cada mes, en °C												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
23,5	22,8	18,9	14,0	10,6	9,2	7,5	9,4	12,2	15,2	18,5	21,8	15,3
Temperatura ambiente media durante las horas de sol, en °C												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
25,2	24,5	20,9	15,9	12,2	10,3	8,8	10,9	13,7	16,7	20,2	23,5	16,9
Temperatura media del agua de la red, en °C												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
21,3	22,7	21,7	18,5	14,5	11,2	9,1	8,7	9,7	12,2	15,3	18,5	15,3
Radiación global diaria media, en MJ/m2 día												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
22,7	22,5	17,5	11,4	6,6	4,6	6,0	8,4	12,9	17,6	22,4	24,3	14,7

Tabla 1: Datos climatológicos y red de agua en Curicó
Fuente: Sistemas Solares Térmicos. Manual de diseño para el calentamiento de agua

A continuación, en la imagen 21, vemos la posición del sol en solsticio de invierno y verano a las 12:00 pm. Podemos observar el cambio de la sombra proyectada por una vivienda próxima a Curicó (Santiago, latitud 33°).

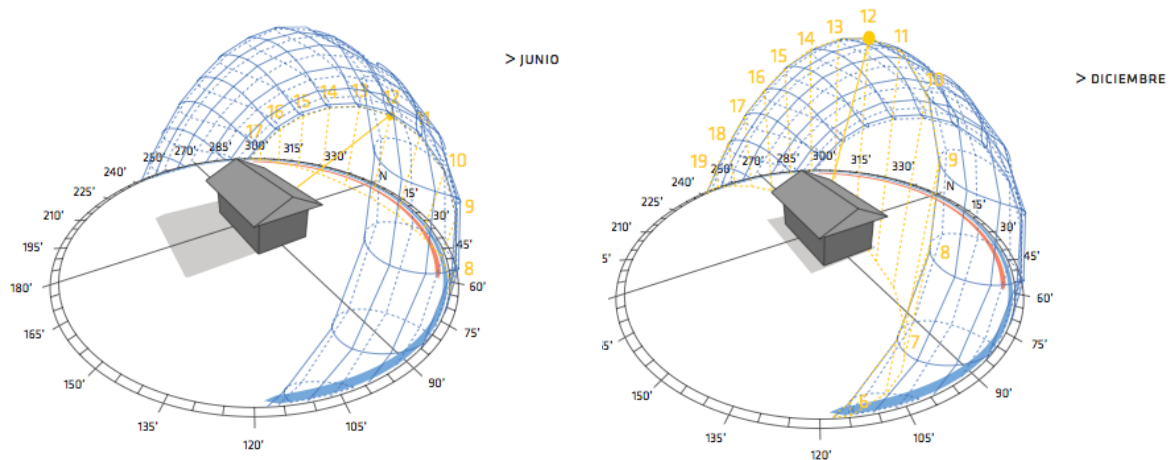


Imagen 21: Posición del sol en el solsticio de invierno y verano
Fuente: Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social

4.2 Estudio del edificio

El edificio a estudiar forma parte de un complejo inmobiliario, llamado Villa Futuro formado por 13 bloques de edificios. Los edificios se construirán en tres fases, llamadas Villa Futuro I, Villa Futuro II y Villa Futuro III. El edificio (imagen 22) forma parte de la primera fase, Villa Futuro I.

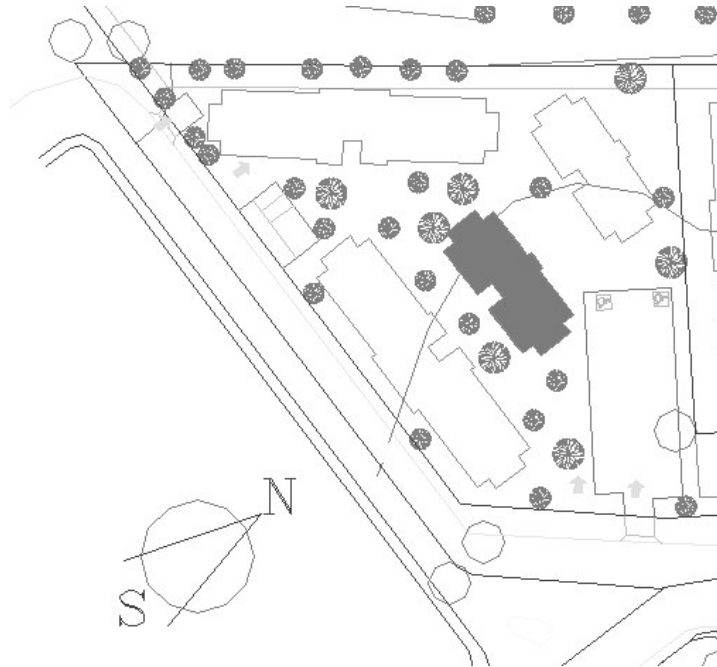


Imagen 22: Ubicación del edificio en la urbanización Villa Futuro I
Fuente: Dirección Facultativa de la obra

La entrada tiene orientación norte, no se proyectan sombras ya que los edificios colindantes son de la misma altura, por lo que tiene altos niveles anuales de radiación solar

Como se observa en la imagen 23, es un bloque de pisos de 4 plantas (PB+4) con veinte viviendas. Hay cuatro departamentos en cada planta idénticas pero con diferente orientación. Cada planta consta de una superficie de 267 m².

La cubierta tiene una superficie de 267 m², es no transitable con una inclinación de 9°, o lo que es lo mismo, del 10%, con vertientes a dos aguas que forma una cámara de aire.

Los muros exteriores son de hormigón armado con impermeabilizante en su masa. Muros interiores son de ladrillo cerámico, con aislante acústico entre viviendas. La tabiquería interior es de placas de yeso. Las ventanas de vidrio simple y carpintería de aluminio.



Imagen 23: Detalles edificio 20 viviendas en Villa Futuro I
Fuente: Dirección Facultativa de la obra

Ocupación del edificio

Siguiendo las instrucciones del HE4, se asocia un número de personas por vivienda en función del número de dormitorios. Para viviendas con tres dormitorios corresponde un número de cuatro personas por vivienda. Como tenemos veinte viviendas, la ocupación del edificio es de ochenta personas.

En la misma sección del documento HE4 se representa una tabla en la que se asigna para viviendas unifamiliares 30 litros de ACS al día por persona (a una temperatura de 60° C).

Con este dato, es posible calcular la demanda total de ACS del edificio.

4.3 Estudio de la vivienda tipo

En la imagen 24, vemos la distribución de la vivienda. Cada vivienda tiene 58,17 m2, todas ellas cuentan con tres dormitorios, un baño, salón comedor, cocina, lavadero y balcón.

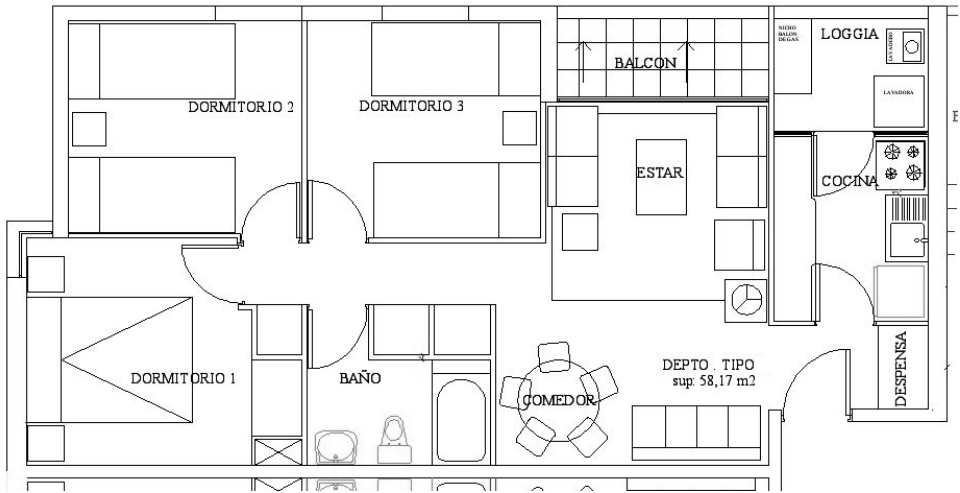


Imagen 24: Plano de la vivienda tipo
Fuente: Dirección Facultativa de la obra

Las superficies son las que se muestran en la siguiente tabla 2:

Comedor-estar	13,30 m2		Pasillo	2,50 m2
Dormitorio 1	7,70 m2		Recibidor	1,80 m2
Dormitorio 2	7,15 m2		Cocina	4,00 m2
Dormitorio 3	7,30 m2		Loggia	2,50 m2
Baño	3,25 m2		Balcón	2,40 m2

Tabla 2: Superficies estancias de la vivienda
Fuente: Elaboración propia

5 INSTALACIÓN SOLAR CON SISTEMA DE ACUMULACIÓN COLECTIVA, INTERCAMBIADOR, CALDERA Y RADIADORES

5.1 Funcionamiento del sistema solar térmico (SST)

En todo el país de Chile, la energía solar presenta un alto potencial, lo que hace altamente factible la aplicación de tecnologías solares existentes, que permiten resolver importantes demandas energéticas de las viviendas, como calentar agua. Ello implica una disminución significativa de los efectos ambientales por uso de combustibles fósiles. Cabe señalar que actualmente, en países con climas y radiación solar disponible, el uso de energía solar para fines residenciales es de uso muy frecuente.

Dentro de las tecnologías solares de uso común en viviendas se encuentran los colectores solares térmicos para agua caliente sanitaria y calefacción.

La energía solar térmica se puede definir como el aprovechamiento de la radiación solar por la transferencia de calor a un fluido calo-portador para su posterior aprovechamiento en la obtención de ACS. Unos colectores solares, concentran y acumulan el calor del sol, y lo transmiten al fluido calo-portador. La imagen 25 se muestra un esquema explicativo básico del funcionamiento del SST que se desea implementar en el edificio, integrado por cuatro subsistemas: circuito primario, secundario, circuito de consumo y de regulación y control.

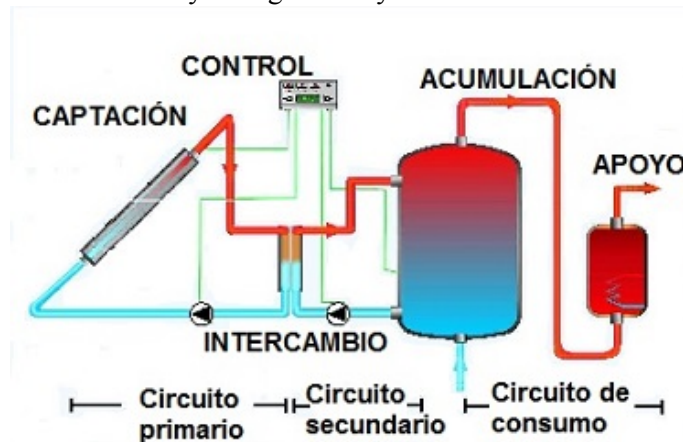


Imagen 25: Esquema básico del funcionamiento del SST
Fuente: jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es

Circuito Primario:

Es un sistema cerrado, entre los colectores solares y el intercambiador de calor. Por este circuito se transporta, con impulsión de una bomba eléctrica, un fluido caloportador (propilen-glicol) que evita

el congelamiento y pérdida por evaporación, al ser expuesto el SST a temperaturas extremas. Este fluido caloportador transmite la temperatura al ACS, mediante una estación de intercambiador de calor, donde se producirá un intercambio de calor entre el circuito primario y secundario, es decir, entre el fluido calo-portador y el agua que será utilizada como ACS, sin mezclarse. Este circuito cuenta con un tanque de expansión, que absorbe los cambios de volumen del fluido de trabajo ocasionados por dilatación térmica.

La conexión de tuberías entre los colectores solares se realiza con cañerías de cobre, cubierta con aislante de EPDM, recubrimiento adecuado para minimizar las pérdidas de temperatura que se producen al transportar el fluido caloportador hasta los estanques de acumulación. Para fijar las uniones de las cañerías se utiliza soldadura de plata, de esta forma se asegura que la dilatación y resistencia de materiales sea la óptima para condiciones extremas de funcionamiento (presión hidráulica y temperaturas).

Circuito Secundario:

Es aquel que está entre la estación de intercambiador de calor y el consumo de ACS, incluyendo los estanques de acumulación si es instalación centralizada. Este circuito puede ser solo el acumulador, en caso que el intercambiador esté en su interior.

Circuito de Consumo:

El sistema de respaldo auxiliar, constituido por caldera a gas y el acumulador si es individual, funcionará automáticamente como complemento para suplir el delta de energía que no entrega el sistema de captación solar en los meses de baja radiación y mayor demanda de energía para producir ACS y calefacción, permitiendo mantener las condiciones de temperatura de uso deseada.

Sistema de regulación y control:

El sistema de regulación y control es un sistema digital y automático que comanda el funcionamiento de las bombas eléctricas de recirculación y tiene como función regular la cantidad y la frecuencia con que el fluido caloportador se mueve en el circuito primario y secundario. Esto se realiza por la señal que emiten sensores de temperatura instalados en la parte más caliente de los colectores solares, en las secciones frías de los estanques de acumulación y en las bombas de recirculación. Otra de las funciones de este sistema es servir como medio de comando de seguridad regulando el funcionamiento de válvulas de seguridad y tanques de expansión, para cubrir el máximo de condiciones extremas.

5.2 Instalación con sistema intercambiador en cada vivienda

En nuestro edificio se quiere que cada vivienda tenga su contador de agua por lo que se necesita un sistema de acumulación distribuida individual en cada vivienda. Esta configuración soluciona el problema de la medida individualizada del reparto del consumo de agua caliente. El circuito de calentamiento puede ser directamente por el circuito primario de captadores o bien por el circuito secundario intercalando un intercambiador de placas. Los interacumuladores deben estar dimensionados para los consumos de cada vivienda sin considerar reducciones que afectan al cálculo de componentes centralizados. Requiere espacios en las viviendas debido a las necesidades que requiere el acumulador y el sistema de apoyo.

Instalación Individual por Vivienda

En las instalaciones individuales, como se observa en la imagen 26, la producción de calor se compone de una caldera de gas del tipo mixto modulante para la producción de calefacción y ACS, con radiadores como unidades terminales, y apoyada por un sistema de energía solar térmica dimensionado para cubrir parte de la energía necesaria para la producción de ACS.

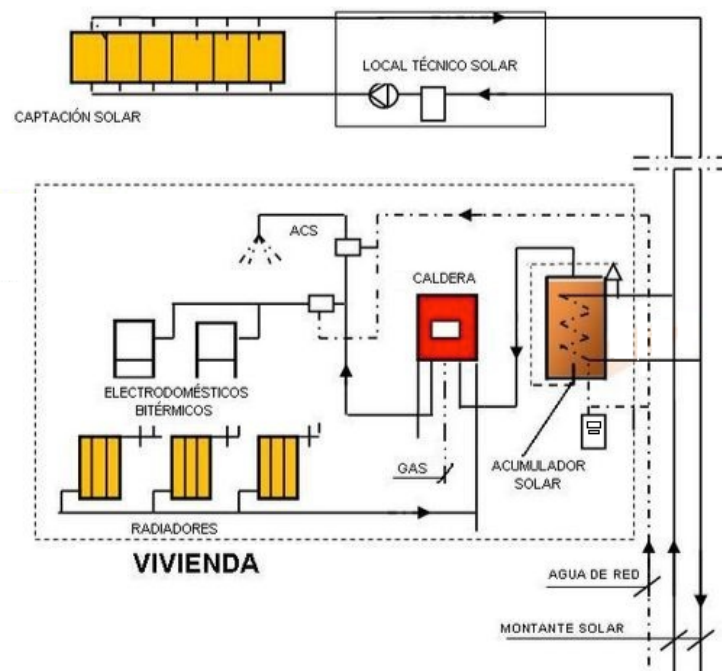


Imagen 26: Esquema tipo de la instalación individual por vivienda
Fuente: construmatica.com/construpedia

Las unidades terminales son radiadores de fundición de aluminio, distribuidos a razón de 5 unidades en viviendas (3 dormitorios, baño y salón-comedor), según la siguiente distribución de potencias, tomando como referencia, en primera aproximación, las viviendas de planta baja, de máxima carga de calefacción.

El equipo solar térmico considerado en el estudio es de la tipología según se observa en la imagen 27 con :

- Campo de captación.
- Acumulador colectivo en local técnico comunitario (en última planta).
- Intercambiador solar individual por cada vivienda.

Dispondrá de un sistema para gestión de la entrega de energía a los acumuladores solares, formado por válvulas para regulación de caudal y válvulas motorizadas controladas desde una centralita automática.

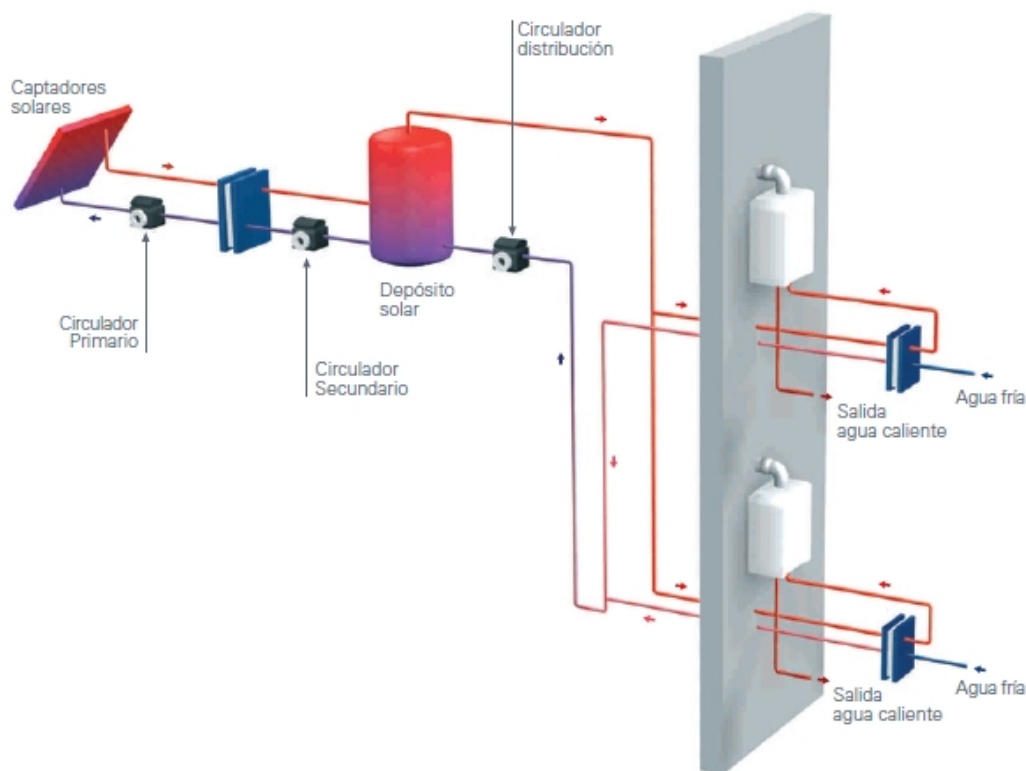


Imagen 27: Esquema instalación de acumulación colectiva e intercambiador individualizado
Fuente: scalofrios.es/Calor/solar.htm

El edificio contará con el circuito de agua caliente generada por el campo de paneles solares del edificio, y el local técnico central de ACS se encontrará en la parte superior del edificio, cercano a dichos paneles.

Desde dicho local central, el ACS se distribuirá mediante un circuito de tuberías por los patinejos de servicios, registrables desde cada rellano de planta. Desde estos registros se podrá acceder a las válvulas de regulación y de corte de las viviendas correspondientes (y a los contadores de energía o a sus registros, en caso de una futura incorporación al sistema de tales instrumentos).

Todos los elementos de gestión de energía del sistema de captación térmica solar que necesitan mantenimiento y revisión periódica, quedan fuera de las viviendas, accesibles para el mantenimiento (a excepción de los acumuladores de ACS). Cada vivienda aloja sólo el acumulador de precalentamiento solar, para suministro en serie de agua precalentada a la correspondiente caldera modulante por temperatura.

5.3 Captación solar y acumulación

En una instalación solar es importante como se capta la energía solar y donde se almacena dicha energía. De esto se encargan los colectores solares y los acumuladores (imagen 28).



Imagen 28: Colector solar de tubo de vacío y acumulador
Fuente: thermodynamicsystems.us

El subsistema de captación

El subsistema de captación solar está formado principalmente por los captadores solares, los más utilizados en la actualidad son los denominados planos. Existen multitud de marcas y modelos con los que se consiguen distintos rendimientos. Las tuberías del circuito solar, generalmente configuran un circuito cerrado relleno de un fluido el cual usualmente es mezcla de agua y glicol (tipo de alcohol). Este fluido normalmente protege la instalación contra heladas al ir los captadores en el exterior de la edificación y por otra parte permite elevar la temperatura de ebullición por encima de los 100° C para poder evitar vapor en el interior del circuito.

Otro elemento del subsistema de captación solar son las bombas de circulación del fluido (en caso de que sean necesarias ya que hay sistemas solares, denominados termosifón los cuales no incorporan bomba) cuya misión es la de transportar la energía desde los captadores hasta el acumulador al mover el fluido.

El subsistema de acumulación

Este subsistema suele unirse al de captación por medio de un sistema de transferencia de energía, generalmente un intercambiador que puede ser instalado en el interior del acumulador solar.

En instalaciones solares de más de 50 m² de captadores el intercambiador es exterior al acumulador y lo habitual es un intercambiador de placas.

El subsistema de acumulación está formado por un acumulador o varios acumuladores solares conectados entre si a través de una red de tuberías. Para hacer circular el agua calentada en el acumulador o acumuladores es necesario una bomba de circulación para poder distribuir esta agua precalentada a varias viviendas en instalaciones de grandes demandas (ej. edificio de viviendas) o no ser necesaria esta bomba cuando el agua precalentada es para instalaciones pequeñas.

5.4 Caldera de Condensación

En la instalación tendremos un binomio solar-condensación, es decir, para producir calor tendremos como apoyo una caldera de condensación. Son las calderas de mayor rendimiento. Ya que aprovechan el calor contenido en el vapor de agua que va mezclado en los gases de combustión. Su utilización va creciendo año a año, y representa la mayoría de las instalaciones.

Son equipos que por la tecnología que incorporan hacen condensar el vapor de agua producido en la combustión para extraer el calor del mismo, aumentando así el rendimiento de forma considerable (entre el 12 y el 18 % más que una caldera estándar equivalente, imagen 29). Dada la importancia que representa el ahorro energético en la ejecución de esta memoria, vamos a profundizar en los conceptos que definen la aplicación de condensación.

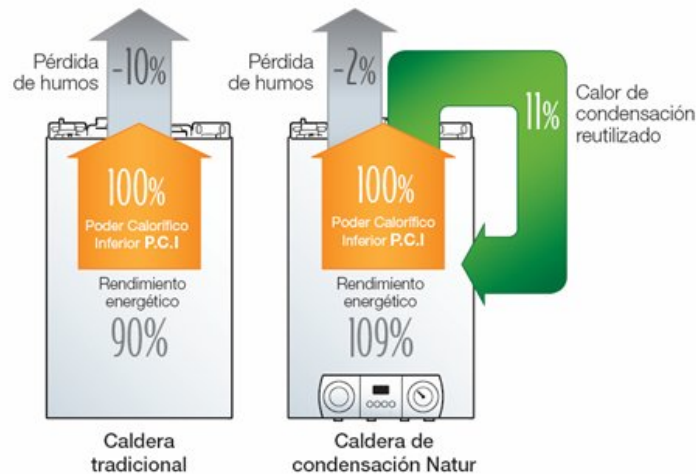


Imagen 29: Rendimientos caldera tradicional y de condensación
Fuente: guidelacalefaccion.com.ar

Tecnología de condensación

La tecnología de condensación aplicada a calderas no es una tecnología nueva, lleva en el mercado más de 35 años, pero ha proliferado enormemente en los últimos diez años en los países del norte de Europa, pero en los últimos años ha aumentado su instalación en beneficio de un mejor rendimiento energético y una reducción de gases contaminantes.

En una caldera a gas convencional/estándar a diferencia de una de condensación, se desaprovecha una parte importante de energía al evacuar los gases procedentes de la combustión, que contienen vapor de agua, por la chimenea o salida de humos. Es en este vapor de agua donde se aloja una parte importante de esa energía que no es aprovechada por la caldera convencional. Simplemente

por el hecho de convertir el vapor de agua (estado gaseoso) a agua (estado líquido) se libera energía en una proporción de 538 kcal por litro de agua condensada. Esta cantidad de energía no es más que el calor latente del vapor de agua en suspensión contenido en los gases (imagen 30) procedentes de la combustión de un combustible derivado del petróleo (gas natural, propano o gasóleo).

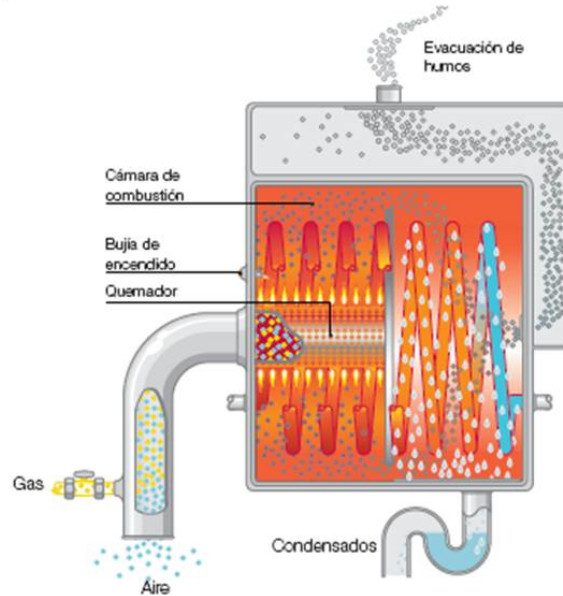


Imagen 30: Funcionamiento de una caldera condensación
Fuente: cienciaycimento.com

Cuanto más baja sea la temperatura de salida de los gases procedentes de la combustión menos pérdidas de rendimiento se producirán. En una caldera de condensación la temperatura de los gases de combustión que se expulsan por la chimenea o salida de humos está en torno a 30-80° C, éstas temperaturas nos permiten instalar chimeneas de material plástico, sin embargo en una caldera de baja temperatura o convencional las temperaturas ascienden de 130° a 190° C, y por lo tanto es necesario chimeneas metálicas.

En toda instalación de una caldera hay que tener en cuenta la serie de servicios que precisa: toma de electricidad, toma de combustible, evacuación de humos y desagüe de condensaciones.

5.5 Ubicación de los radiadores

Desde el punto de vista del confort, el lugar más apropiado para la instalación de los radiadores es en la pared más fría de cada habitación; esta pared es la exterior y el punto donde debe colocarse el radiador es debajo de la ventana, de este modo se palia el efecto “pared fría” compensando la temperatura del radiador y la sensación de frío que producen las ventanas, siendo además más uniforme la distribución de temperaturas, como se observa en la imagen 31. Lo ideal es seleccionar radiadores de longitud similar a las ventanas.

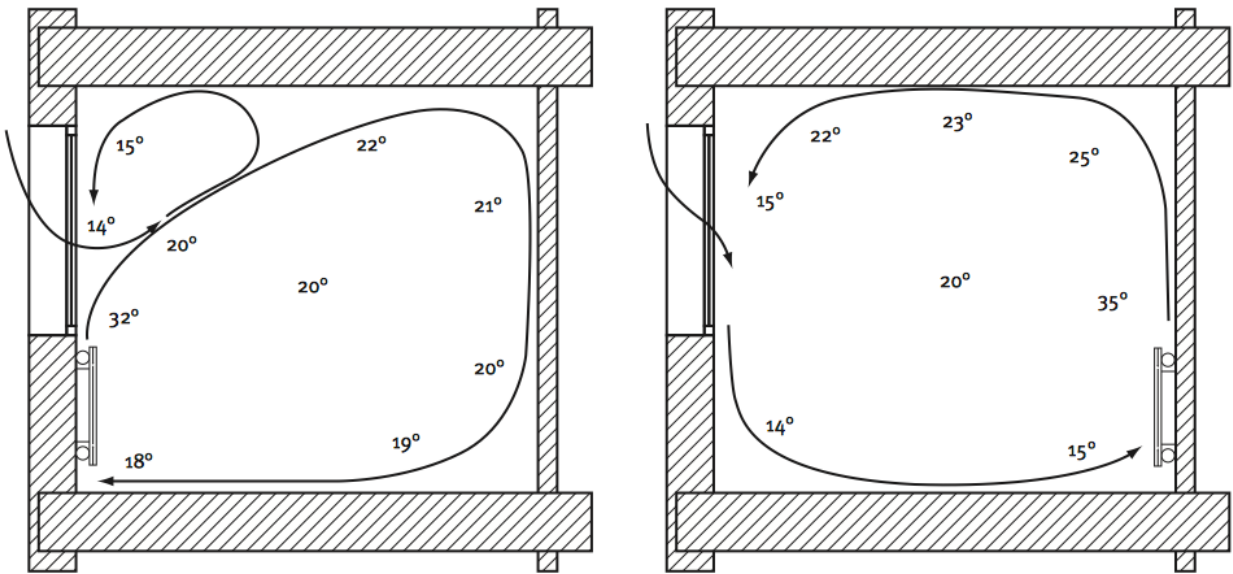


Imagen 31: Distribución de temperaturas según ubicación de los radiadores
Fuente: Guía técnica instalaciones de calefacción individual

Reglamentariamente no hay obligación de colocar los radiadores en un punto concreto, por lo que pueden adoptarse otras soluciones en función de los espacios disponibles y de los mobiliarios previstos en cada local.

Debe respetarse una altura mínima entre el radiador y el suelo de 10 cm y una separación de las paredes de 4 cm en los radiadores por elementos y de 2,5 cm en los radiadores tipo panel.

En la imagen 32, vemos como se pierde energía calorífica al cubrir los radiadores. Es aconsejable instalar el radiador libre de obstáculos que limiten su capacidad de emisión de calor, evitándose su instalación en nichos o la colocación de elementos cubrerradiadores; en todo caso debe guardarse una distancia mínima de 5 cm entre la parte superior del radiador y cualquier obstáculo.

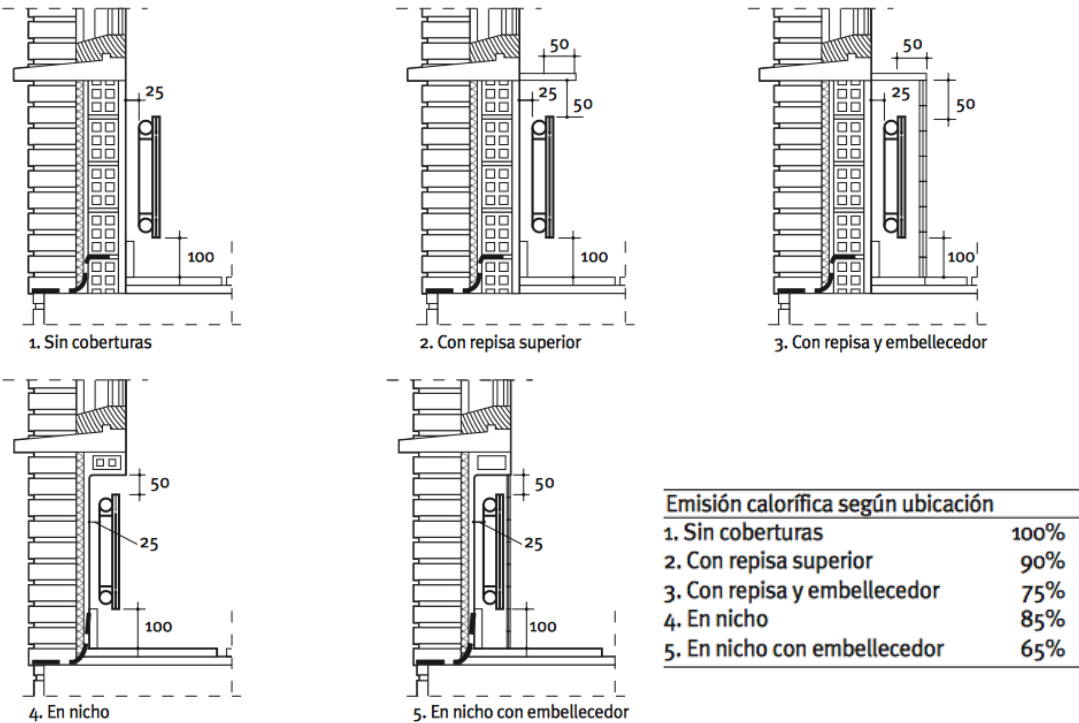


Imagen 32: Pérdidas de emisión calorífica según colocación del radiador
Fuente: Guía técnica instalaciones de calefacción individual

6 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA INSTALACIÓN

6.1 Generalidades del cálculo de la instalación

A efectos de cálculos de energía solar, se cuenta con los siguientes datos:

- Demanda de ACS: 30 l/persona/día a 60° C.
- Paneles solares.
- Acumulación centralizada.
- Apoyo mediante caldera a gas individual en cada vivienda.
- Cubierta inclinada no transitable, con pendiente 10%; orientación los captadores solares: 0° Norte; ausencia de sombras.

Los cálculos se realizan según el Manual de Buenas Prácticas para el Diseño de Instalaciones Solares Térmicas, documento emitido por la Cámara Chilena de la Construcción. Este manual cumple con el Pliego de Condiciones Técnicas de IDAE, el RITE, el RITCH y el Código Técnico de la Edificación (CTE).

Curicó pertenece a la VII Región del Maule, con zona geográfica C. Los datos geográficos y climatológicos de la zona en la que se ubica la instalación solar son los de la tabla 3 siguiente:

	Latitud	Longitud	Altura	T min. histórica
Curicó	-34,96°	-71,21°	242 m	-11° C

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura ambiente media, en °C	23,5	22,8	18,9	14,0	10,6	9,2	7,5	9,4	12,2	15,2	18,5	21,8	15,3
Temperatura media agua de red, en °C	23,5	22,8	18,9	14,0	10,6	9,2	7,5	9,4	12,2	15,2	18,5	21,8	15,3
Radiación global diaria media, en MJ/(m ² día)	22,7	22,5	17,5	11,4	6,6	4,6	6,0	8,4	12,9	17,6	22,4	24,3	14,7

Tabla 3. Datos geográficos y climatológicos de Curicó
Fuente: Sistemas Solares Térmicos. Manual de diseño para el calentamiento de agua

6.2 Consumo de ACS, necesidades energéticas y dimensionado

Según la normativa el consumo de ACS prevista con aporte solar es de:

- Según CTE-DB HE4: 30 l/persona/día a 60° C en el caso de viviendas multifamiliares.

La demanda de ACS previsto en el edificio son según la tabla 4:

Número de viviendas	20
Consumo estimado de una vivienda	120 l/día
Consumo total del edificio	2.400 l/día
Factor de simultaneidad	0.8
Consumo estimado total	2.000 l/día
Temperatura de cálculo	60° C

Tabla 4. Datos del edificio
Fuente: Elaboración propia

- Según el CTE-DB HE4 cuando las viviendas tienen apoyo con caldera de gas, es obligado una contribución solar mínima del 60% para demandas de ACS inferiores a 5.000 l/día.

Se estimará un factor de simultaneidad de uso de la instalación del 80% y un porcentaje anual de utilización del 100% de consumo mensual, es decir, estará el edificio a máxima ocupación durante todo el año.

El sistema que se propone cumplirá con los criterios de la Normativa, como se puede comprobar en las siguiente tabla 5 donde se muestran el número de colectores y los ahorros de energía generados según cálculos del apartado 6.5. Estos valores se han comprobado con el algoritmo f-chart de verificación de cumplimiento de contribución solar mínima, elaborado por el Ministerio de Energía (anexo 1).

Según Normativa el diseño y cálculos de dimensionado, que se mostrarán a continuación, del sistema necesario será el resultante de los datos de la tabla 5:

Número de captadores solares	15
Area total de captadores	33,45 m ²
Volumen de acumulación	2.000 l
Consumo diario ACS	2.000 l
Cumple criterio (V/A)*	60
Superficie de intercambio serpentín	5,02 m ²
Caudal de trabajo por captador	50 l/h/m ²
Caudal de trabajo por captador	111,6 l/h
Caudal primario solar	1,67 m ³ /h
Inclinación captadores	35°
Azimut	0°

* Para cumplir con RITCH ITE 3.13. valor debe estar entre $50 < V/A < 180$

Tabla 5. Dimensionado del sistema
Fuente: Elaboración propia

La cobertura solar anual conseguida con esta configuración cumple la exigencia del CTE. Se ha elegido la orientación 0° al azimut para los captadores, ya que con la otra posible orientación se obtiene un menor aporte solar, y sería necesario más captadores para poder superar el 60% exigido.

Se satisface también el criterio CTE de que en no más de 3 meses se supere el 100% de la demanda energética, y que en ningún mes se supere el 110% de aporte solar.

Demanda, contribución solar y ahorros

En la tabla 6 se observa gracias al algoritmo f-chart la demanda mensual de ACS y contribución de los paneles solares.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Demanda mensual, en kWh	2.527	2.399	2.657	2.763	3.011	3.031	3.132	3.063	2.881	2.821	2.604	2.682
Contribución solar, en kWh	2.504	2.373	2.405	2.028	1.590	1.049	1.358	1.623	1.935	2.149	2.253	2.459
Contribución solar	99%	99%	91%	73%	53%	35%	43%	53%	67%	76%	87%	92%

Tabla 6. Demanda y contribución solar
Fuente: Algoritmo f-chart de verificación de cumplimiento de contribución solar mínima

En el gráfico 1, se muestra visualmente la demanda y el aporte de los colectores solares.

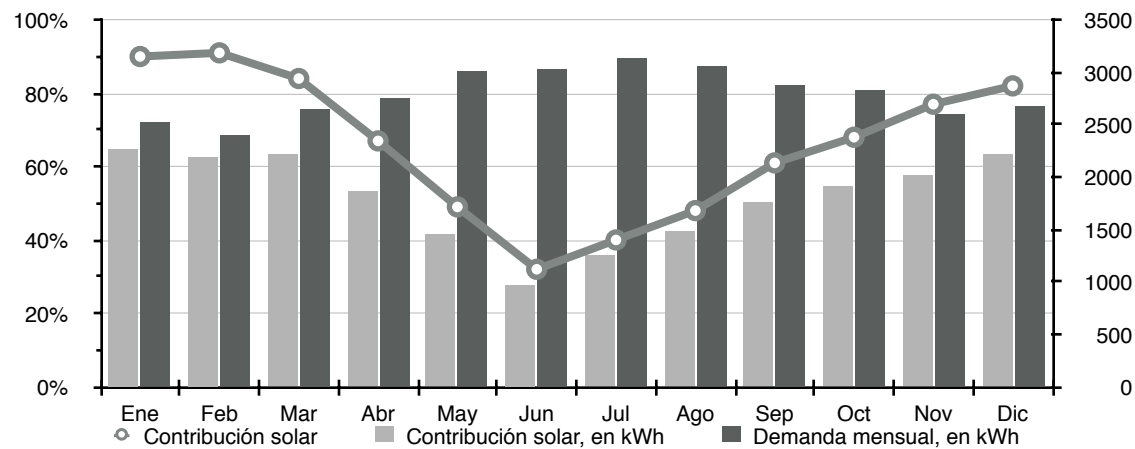


Gráfico 1. Demanda edificio y contribución solar
Fuente: Algoritmo f-chart de verificación de cumplimiento de contribución solar mínima

En el anexo 1, se puede ver detallado el Algoritmo f-chart de verificación de cumplimiento de contribución solar mínima. Documento facilitado por el Ministerio de Energía de Chile para verificar el cumplimiento de instalaciones solares.

6.3 Componentes de la instalación

La instalación estará compuesta por los siguientes productos:

Campo de colectores:

- 15 colectores solares selectivos en 3 grupos de 5 colectores (5+5+5) Ferroli modelo ECOTOP V 2.3. Ver el conexionado de los paneles en el apartado 6.5.3.
- Estructura Ferroli para la fijación de los paneles en cubierta inclinada.
- Líquido solar Ferroli mezclado con porcentaje del 40%, consultar apartado 6.6.6.
- Vaso de expansión Ibérica del Calor 12SMF. Ver cálculos en apartado 6.6.7.
- Bomba recirculadora Bombas Grundfos UPSD 32-50F. Ver apartado 6.6.2 para el cálculo.

Acumuladores:

- 2 Interacumuladores Ferroli EPOXUNIT /ES 1000 – PB. Ver apartado 6.6.1 para cálculos del volumen de acumulación y apartado 6.6.3 para cálculo del intercambiador.
- Centralita Ferroli Delta Unit para el control y seguridad de la instalación. Ver ficha técnica en anexo 4.3.
- Vaso de expansión Ibérica del Calor 100CMF. Ver apartado 6.7.4 para cálculos.
- Bomba recirculadora Grundfos UPSD 32-100 F. Ver cálculos en apartado 6.7.3.

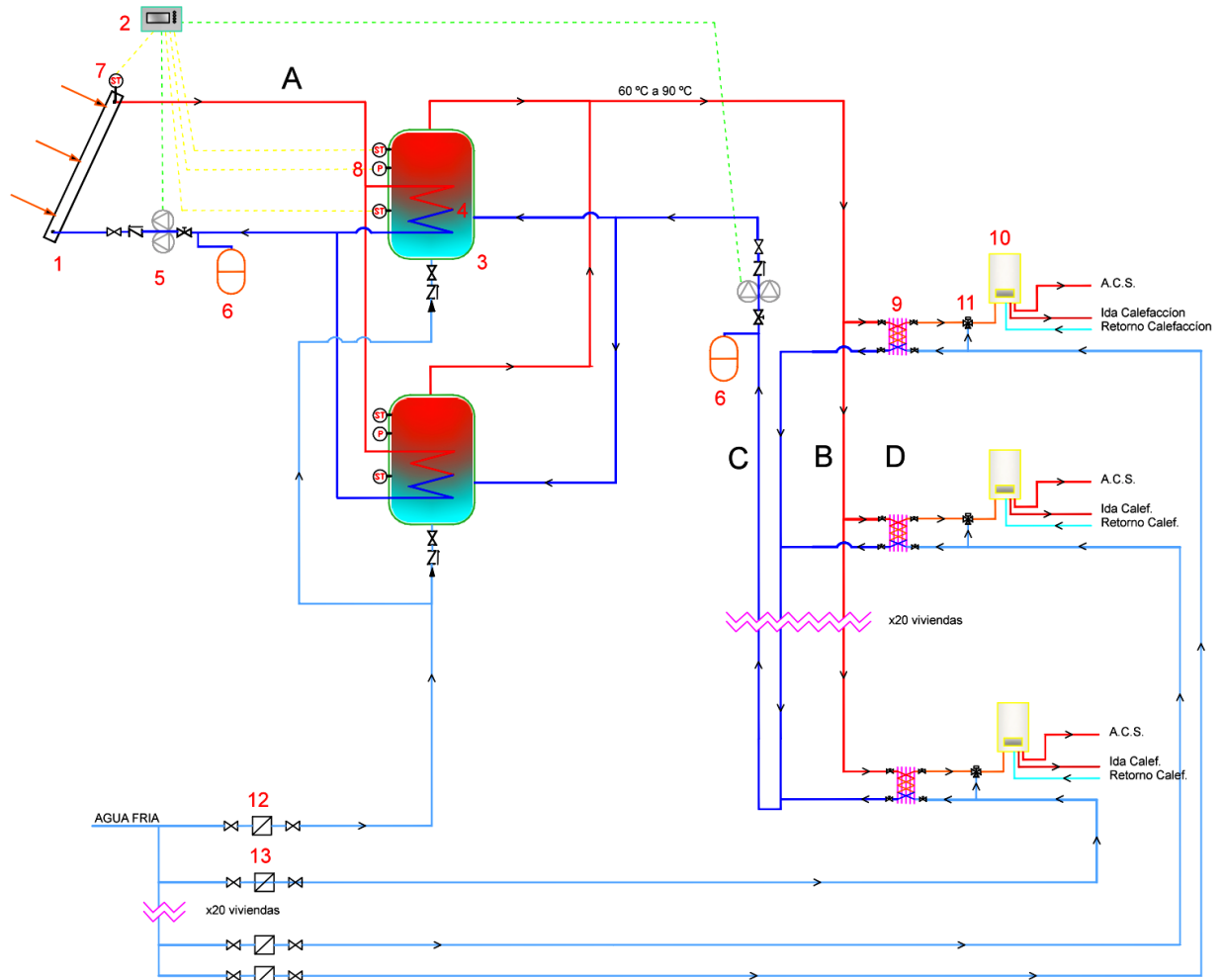
Viviendas:

- 20 kits solar de intercambiador de placas con caldera mixta de condensación Ferroli ECONCEPT Tech Micro 25C (ficha técnica en anexo 4.6).
- En cada vivienda una válvula de 2 vías y válvula Ferroli termostática mezcladora (ficha técnica en anexo 4.7).
- 100 Radiadores Ferroli, modelo Xian 600 N. Cada vivienda tiene 5 radiadores, 4 de seis elementos, 1 de siete elementos y 1 de tres elementos. Ver cálculos en apartado 6.8.1.

Hemos trabajado con un mismo fabricante, Ferroli, para simplificar el diseño y asegurar la compatibilidad de los equipos.

6.4 Esquema de principio

COLECTORES SOLARES CON ACUMULACIÓN CENTRALIZADA CON INTERCAMBIADOR DE PLACAS INDIVIDUAL.



INSTALACIÓN INDIVIDUAL DE ACS SOLAR CON ACUMULACIÓN CENTRALIZADA Y INTERCAMBIADORES DE PLACAS INDIVIDUALES

- 1.- CAPTADORES SOLARES TÉRMICOS ECOTOP V FERROLI
- 2.- REGULACIÓN Y CONTROL, FERROLI DELTA UNIT
- 3.- INTERACUMULADOR SOLAR EPOXUNIT ES/1000 PB
- 4.- SERPENTÍN INTERIOR
- 5.- BOMBA DE CIRCULACIÓN (MÁS RESERVA)
- 6.- VASO DE EXPANSIÓN
- 7.- SONDAS DE TEMPERATURA
- 8.- SONDAS DE PRESIÓN
- 9.- INTERCAMBIADOR DE PLACAS
- 10.- SISTEMA AUXILIAR, CALDERA FERROLI
- 11.- VÁLVULA TERMOSTÁTICA FERROLI
- 12.- CONTADOR DE AGUA FRÍA COMUNITARIO
- 13.- CONTADOR DE AGUA FRÍA DIVISIONARIO PARA CADA VIVIENDA

- A. CIRCUITO PRIMARIO (solar, cerrado)
- B. CIRCUITO SECUNDARIO (ida anillo térmico)
- C. CIRCUITO SECUNDARIO (retorno anillo térmico, retorno invertido)
- D. CIRCUITO CONSUMO (distribución a las 20 viviendas)

CENTRALITA DE CONTROL FERROLI DELTA UNIT
 --- Entrada a regulador
 --- Salida de regulador. Control variable de proceso

6.5 Diseño y dimensionado del sistema de captación solar

6.5.1 Generalidades

Los captadores solares elegidos para la instalación son del modelo Ferroli ECOTOP V 2.3. Sus características técnicas se muestran en el anexo 4.1.

El panel está fabricado y certificado de acuerdo la Norma EN 12975-2 y cumple con la Normativa de la Dirección General de Política Energética y Minas.

6.5.2 Orientación, inclinación, sombras de los paneles solares

En la instalación se debe tener en cuenta factores como la inclinación e orientación de los captadores solares y las sombras sobre estos que pueden afectar al rendimiento de dichos paneles. En nuestro caso, según la colocación en la cubierta de los paneles, las sombras son tales, que las pérdidas son inferiores a los límites definidos por la Camara Chilena de la Construcción en el Manual de Buenas Prácticas para el Diseño de Instalaciones Solares Térmicas. Se tienen que cumplir las tres condiciones:

- Pérdidas por orientación e inclinación.
- Pérdidas por sombreado.
- Pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

Situaremos los captadores en la cubierta sobre estructuras, orientando con estas los captadores, aprovechando al máximo la energía solar. En nuestro caso hacia el norte con un ángulo azimut de 0°. La inclinación para los captadores solares es de 35°.

Conocido el azimut, que tiene un valor de 0° respecto al norte, determinamos en la imagen 33 los límites de inclinación permitidos. Los puntos que se observan en la intersección con los límites de pérdidas del 10% máximo con la recta del azimut dan unos valores de:

Inclinación máxima: 65°

Inclinación mínima: 5°

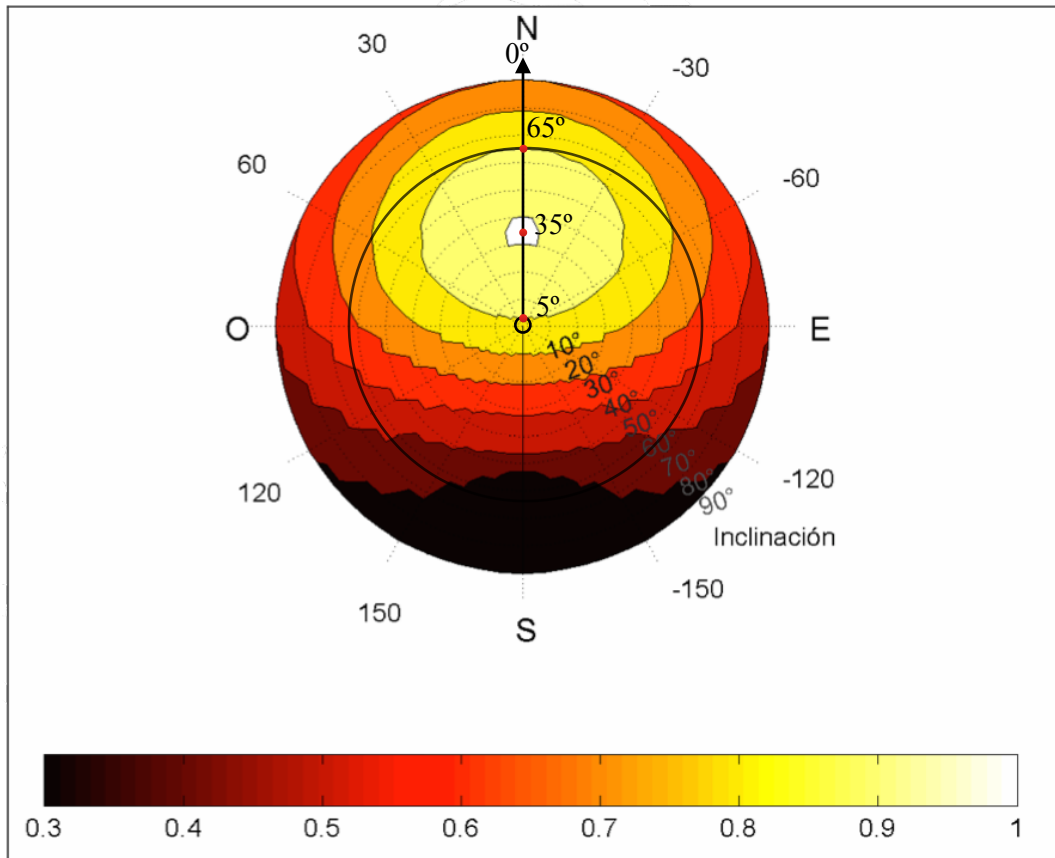


Imagen 33: Pérdidas por orientación e inclinación en Curicó
Fuente: Manual de buenas prácticas para instalaciones solares térmicas

Se ha contemplado una inclinación de 35° , que es donde menos pérdidas hay, por lo que está dentro de los límites permitidos del 10 % de pérdidas, cumpliendo así los requisitos de pérdidas por orientación e inclinación.

Tal como se ha comprobado anteriormente, con el algoritmo f-chart de verificación de cumplimiento de contribución solar mínima, vemos que dichos valores cumplen la normativa.

En el caso de los edificios de Villa Futuro, no es necesario realizar el cálculo de pérdidas por sombras. En este caso no hay pérdidas por sombras que pudieran proyectar otros edificios, dado que

todos los edificios tienen la misma altura y no hay ningún edificio, árbol u objeto en las proximidades que puedan provocar alguna sombra.

Para calcular la distancia mínima a mantener entre captadores a fin de evitar problemas por sombras, se va a emplear el método del Anexo VII del Manual de Buenas practicas para el diseño de Instalaciones Solares Térmicas.

En la imagen 34 la distancia d , medida sobre la horizontal, entre una fila de captadores y un obstáculo, de altura h , que pueda producir sombras sobre la instalación, deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno.

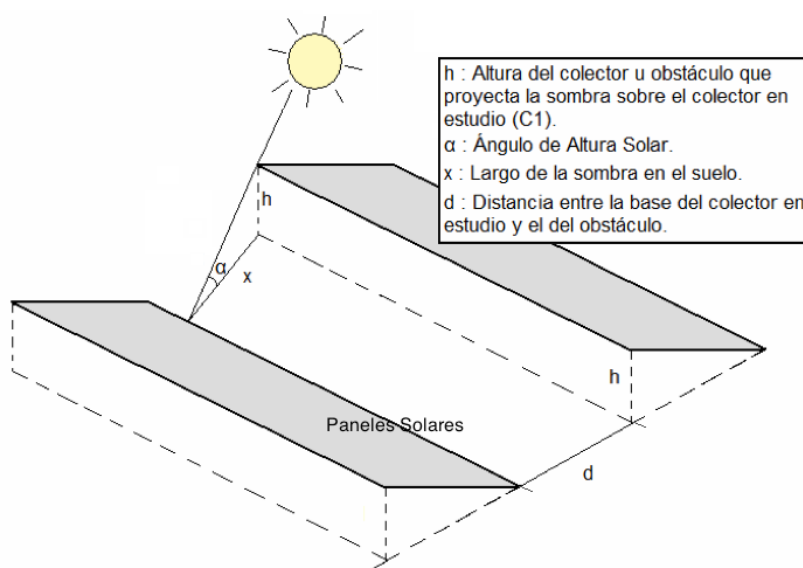


Imagen 34: Distancia d , entre filas de captadores y/o un obstáculo
 Fuente: Manual de buenas prácticas para instalaciones solares térmicas

La distancia d , separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente, será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = h \times k$$

Donde k es un coeficiente adimensional obtenido de la tabla del 7.

Azimut °	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Latitud 35°	1,85	1,94	2,01	2,07	2,11	2,14	2,14	2,14	2,11	2,08	2,02	1,95	1,87	1,77	1,65	1,53	1,39	1,24	1,09

Tabla 7: Valores del factor adimensional k para Curicó, latitud 35° Sur
 Fuente: Manual de buenas prácticas para instalaciones solares térmicas

El colector Ferroli ECOTOP V, tiene una longitud de dos metros, por lo que con una inclinación de 35° , la altura h es:

$$h = 2 \times \cos 35 = 1,64 \text{ m}$$

Por lo tanto, en latitud 35° y azimut 0° , el valor de k es 1,85, entonces la distancia mínima d entre paneles es:

$$d = h \times k = 1,64 \times 1,85 = 3,03 \text{ m}$$

6.5.3 Conexión de los paneles solares

Los captadores se dispondrán en filas constituidas por el mismo número de elementos. Las filas de captadores se conectarán en serie-paralelo. Se debe instalar válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, entre otros. Se conseguirá un flujo equilibrado mediante el sistema de retorno invertido, disponiendo válvulas de equilibrado para asegurar el recorrido hidráulico del sistema.

El número de captadores que se pueden conectar en paralelo tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante, en este caso 7. La conexión será en serie-paralelo, es decir tres grupos en paralelo de cinco paneles solares como se observa en la imagen 35 siguiente.

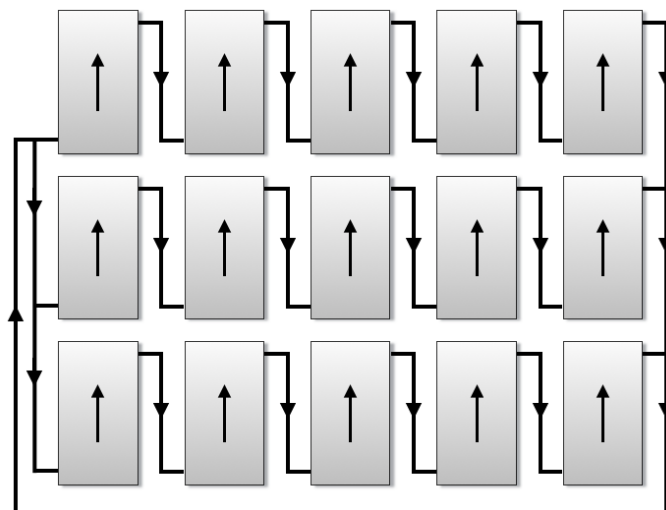


Imagen 35: Conexión serie-paralelo de los paneles solares
Fuente: Elaboración propia

En nuestro caso, separar tres metros cada línea de paneles representa demasiada superficie en la cubierta, por lo que se pondrán todos los paneles en fila (5 + 5 + 5) como se muestra en la imagen 36.

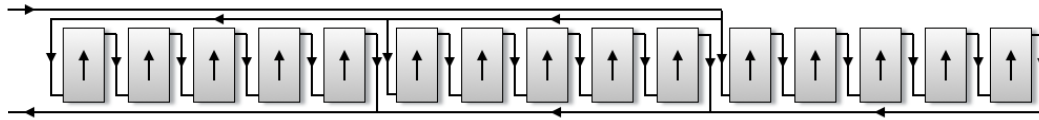


Imagen 36: Conexionado serie-paralelo en fila de los paneles solares
Fuente: Elaboración propia

En plano del anexo 6.2 se muestra la instalación de los paneles en cubierta detalladamente.

6.6 Cálculo de componentes del circuito primario, secundario y acumulación

Los cálculos se realizan según el Manual de Buenas Prácticas para el Diseño de Instalaciones Solares Térmicas, manual emitido por la Cámara Chilena de la Construcción.

6.6.1 Acumulación solar

El volumen de acumulación seguirá las especificaciones del RITCH ITE 3.13 sobre cálculo del área de los colectores y volumen de acumulación:

$$50 \leq V/A \leq 180$$

Sabiendo que A son los m² de superficie de paneles y V el volumen de acumulación de ACS, se despeja V.

$$A = 33,45 \text{ m}^2 \quad A \times 50 < V < A \times 180$$

$$1.673 \text{ l} < V < 6.021 \text{ l}$$

Se utilizarán dos acumuladores de 1.000 litros cada uno, modelo Férroli EPOXUNIT /ES 1000–PB. Los acumuladores tienen un aislamiento de espesor de 35 mm. Ver ficha técnica en el anexo 4.2.

6.6.2 Bombas circulación solar

El captador solar, según ficha técnica, tiene un caudal de 1,86N l/min/captador. Donde N es el número de paneles. Se dispone de 15 paneles instalados, que se colocarán en 3 baterías de 5 captadores.

Caudal por una batería de 5 paneles:

$$5 \times 1,86 \text{ l/min} = 5 \times 111,6 \text{ l/h} = 558 \text{ l/h}$$

El caudal total (15 paneles) que se obtiene de la bomba del primario es:

$$15 \times 111,6 \text{ l/h} = 1.674 \text{ l/h}$$

Se pondrán dos bombas iguales, una de las cuales estará de reserva en caso de que falle la otra. Mediante programación de la centralita, se configurará para que funcionen alternativamente cada semana para equilibrar el desgaste de estas.

Las bombas serán el modelo UPSD 32-50F de la casa Grundfos, que da un caudal de 2.000 l/h a 4,5 mca. Ver ficha técnica en el Anexo 4.4.

Observación: la pérdida de carga de la bomba dependerá de factores como la longitud de la tubería, el diámetro, de las válvulas, los codos, té, y otros accesorios de la instalación.

6.6.3 Intercambio solar

La instalación tiene un sistema de intercambio de ACS mediante interacumuladores que en su interior tienen el serpentín de intercambio integrado.

La superficie mínima del serpentín del intercambiador debe cumplir la relación:

$$S > 0,15 \times A$$

siendo A el área de los paneles en m², por lo tanto para:

$$A = 33,45 \text{ m}^2 \text{ tenemos } S \geq 5,02 \text{ m}^2$$

Se usará el interacumulador EPOXUNIT ES 1000–PB de Ferroli. Ver ficha técnica en el Anexo 4.2. Tiene un serpentín interior con superficie de intercambio de 2,6 m². Para cumplir con el CTE se colocarán 2 unidades.

$$2 \times 2,6 = 5,2 \text{ m}^2.$$

6.6.4 Tuberías colectores solares

Para dimensionar la tubería, usamos el caudal de cálculo. La pérdida de carga de cada tramo no puede superar los 40 mm.c.a por metro lineal. Para no tener ruidos y vibraciones y favorecer el flujo laminar la velocidad será inferior a 2 m/s.

El caudal de trabajo del captador Ferroli ECOTOP es de 1,86N l/min/captador. Donde N es el número de captadores. Esto equivale a 111,6N l/h/captador. El captador tiene una superficie de 2,23

m² (superficie útil, área de apertura), el caudal es equivalente a 50,04 N l/hora/m² de captadores instalados.

Según el CTE, en el circuito primario el caudal del fluido tiene que situarse entre 1,2 y 2 l/seg. por cada 100 m² de paneles. Es decir, entre 43,2 y 72 l/h por m² de paneles totales instalados.

Se usará un caudal de diseño de 50 l/h por m² de panel solar, cumpliendo así el CTE y dentro de las especificaciones técnicas del fabricante.

$$\text{Caudal de 5 paneles en serie} = 5 \times 1,86 \text{ l/min} = 5 \times 111,6 \text{ l/h} = 558 \text{ l/h.}$$

Para calcular el diámetro de tubería se calculará según la fórmula:

$$D = J \times C^{0,35}$$

Donde:

D es el diámetro de la tubería en cm y C es el caudal en l/h.

J con valor 2,2 para tuberías metálicas.

Los captadores forman tres tramos al tener tres grupos de 5 paneles, entre grupos de paneles hay 7 metros de distancia y del último grupo a los acumuladores de la planta 4 hay 13 m. Con los datos de los caudales de cada tramo, se obtienen los diámetros de las tuberías de cobre y el volumen de líquido en su interior siguiendo el estándar de tuberías de cobre de la Norma UNE-37.141-76 (ver anexo 3). Los resultados se muestran en la tabla 8.

Diámetros de tuberías y volumen interior por tramos								
	Caudal Tramo (l/h)	Diámetro Calculado Interior (mm)	Diam. Int. comercial (mm)	Diam. ext. comercial (mm)	nº de tramos (impulsión y retorno)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Volumen (l)
Tramo 1	558	20,1	20	22	2	7 + 7	0,0043	4,3
Tramo 2	1116	25,7	26	28	2	7 + 7	0,0074	7,4
Tramo 3	1674	29,6	32	35	2	13 + 13	0,0209	20,9
							0,0326 m³	32,06 l

Tabla 8: Tuberías circuito primario de captadores solares
Fuente: Elaboración propia

6.6.5 Aislante térmico de las tuberías circuito primario

Los espesores de aislamiento de tuberías y accesorios situados al interior no serán inferiores a los valores de la tabla 9. Para tuberías y accesorios situados al exterior, los valores del espesor del aislante de la tabla se incrementarán en 10 mm como mínimo.

Diámetro exterior tubería, mm	Temperatura máxima del fluido, °C			
	40° a 65°C	66° a 100° C	101° a 150° C	151° a 200° C
D < 35	20	20	30	40
35 < D < 60	20	30	40	40
60 < D < 90	30	30	40	50
90 < D < 140	30	40	50	50
140 < D	30	40	50	60

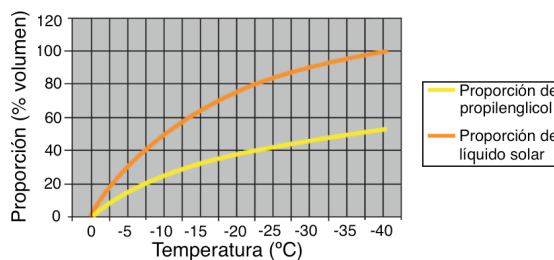
Tabla 9: Tuberías circuito primario entre captadores solares y acumulador
Fuente: Manual de buenas prácticas para instalaciones solares térmicas

Como resultado tenemos aislante de 30 mm para tuberías que discurren por el interior y 40 mm para las que están en el exterior.

6.6.6 Líquido solar y propilenglicol

Nuestra instalación está a la intemperie, en Curicó la mínima histórica es de 11° C negativos. Para evitar heladas, el líquido caloportador del circuito del primario debe mezclarse con líquidos que evitan problemas de congelación.

Se utilizará en la instalación del primario fluido caloportador de la marca Ferroli. A este líquido solar se le añadirá una proporción del 40% de propilenglicol para aguantar temperaturas de hasta 20° C negativos (gráfica 2).



Gráfica 2: Proporciones líquido solar y propilenglicol
Fuente: Líquido Solar Ferroli

6.6.7 Vaso de expansión

Para calcular el vaso de expansión, se necesita saber el volumen total de líquido que hay en el circuito primario, la presión de trabajo y el coeficiente de expansión del líquido. Para realizar dicho cálculo previamente se mostrará la metodología a usar.

Norma UNE 100155

Los vasos de expansión se calcularán según Norma UNE 100155. El sistema de expansión debe absorber los cambios de volumen del caloportador en el circuito primario al variar la temperatura. Mantiene la presión entre límites establecidos, impidiendo pérdidas del fluido y reposiciones de este.

A continuación se muestra la tabla 10 con la terminología de las formulas usadas en la Norma UNE.

Símbolo	Unidad	Definición
C _e	adimensional	coeficiente de dilatación del fluido
C _p	adimensional	coeficiente de presión del gas
f _c	adimensional	factor de corrección
G	% en volumen	porcentaje de glicol etilénico en agua
P _{vs}	bar (rel.)	presión de tarado de la válvula de seguridad
P _j	bar (abs.)	presión inicial en el vaso
P _m	bar (abs.)	presión mínima en el vaso
P _M	bar (abs.)	presión máxima en el vaso
t	°C	temperatura máxima de funcionamiento del agua en el circuito
V	litros	contenido total de agua en el circuito
V _u	litros	volumen útil del vaso de expansión
V _t	litros	volumen total del vaso de expansión
NOTAS: - (rel.) significa presión relativa (o manométrica) - (abs.) significa presión absoluta - 1 bar = 100 000 Pa (aproximadamente igual a 1 atmósfera)		

Tabla 10. Terminología de la Norma UNE 100155

Fuente: Norma UNE 100155

La variación del volumen absorbida por el sistema de expansión, se expresa según fórmula resumida, válida entre 30° C y 120° C:

$$C_e = (3,24 \times t^2 + 102,13 \times t - 2708,3) \times 10^{-6}$$

Si el caloportador es una solución de glicol etilénico en agua, el coeficiente de expansión C_e debe multiplicarse por el valor de corrección:

$$f_c = a \times (1,8 \times t + 32)^b$$

donde:

$$a = -0,0134 \times (G^2 - 143,8 \times G + 1918,2)$$

$$b = 3,5 \times 10^{-4} \times (G^2 - 94,57 \times G + 500)$$

formula válida para un porcentaje de glicol etilénico entre 20% y el 50% en volumen y para temperaturas entre 65° y 115° C.

El coeficiente de expansión es positivo y menor que la unidad. Representa la relación entre el volumen útil del vaso de expansión (igual al volumen de fluido expansionado) y el volumen del fluido en la instalación:

$$C_e = V_u / V$$

El coeficiente de presión del gas se calcula mediante la ecuación de estado para gases perfectos, considerando que la variación de volumen tenga lugar a temperatura constante (ley de Boyle y Mariotte). Este coeficiente, positivo y mayor que la unidad. Representa la relación entre el volumen total y el volumen útil del vaso de expansión:

$$C_p = V_t / V_u$$

En vasos con diafragma interior este coeficiente se puede obtener escribiendo dos veces la ecuación de estado, con agua a los niveles mínimos y máximos respectivamente, se obtiene después de simplificar:

$$C_p = P_M / (P_M - P_m)$$

Para un vaso de expansión cerrado con o sin diafragma con un gas presurizado, el volumen total del vaso se calculará mediante la siguiente ecuación:

$$V_t = V \times C_e \times C_p$$

La presión mínima de funcionamiento en el vaso de expansión se elegirá de manera que en cualquier punto del circuito y con cualquier régimen de funcionamiento de las bombas de circulación, la presión existente sea superior a la presión atmosférica o a la tensión del vapor de agua a la máxima temperatura de funcionamiento, la mayor entre las dos.

La presión mínima en el vaso deberá tomar un margen de seguridad, mayor cuanto más temperatura de funcionamiento, 0,5 bars en nuestro caso al ser temperaturas superiores a 90° C. La presión

mínima también deberá ser tal que se eviten fenómenos de cavilación en la aspiración de las bombas de circulación.

La presión máxima de funcionamiento será ligeramente menor que la presión de tarado de la válvula de seguridad, y a su vez, será inferior a la menor entre las presiones máximas de trabajo, a la temperatura de funcionamiento, de los equipos y aparatos que forman parte del circuito. Se elegirá el menor entre los siguiente valores:

$$P_M = 0,9 \times P_{VS} + 1 \quad (\text{es el 10\% menor que } P)$$

$$P_M = P_{VS} + 0,65 \quad (\text{es el 0,35 bar menor que } P)$$

Cálculo del volumen total de líquido del circuito primario según UNE 100155

Una vez mostrada la metodología a usar, se procede a calcular el volumen total de líquido (agua y líquido solar) contenido en el circuito primario para saber el volumen del vaso de expansión.

- Volumen del primario:

- 15 Captadores x 1,7 l por captador = 25,5 l
- Estimación volumen tuberías primario: 32,1 l
- Volumen serpentín interacumuladores: 2 x 17,4 l = 34,8 l

Total capacidad estimada componentes conocidos del primario solar = 92,4 l

- Coeficiente de expansión:

En nuestro caso para temperatura máxima de funcionamiento del sistema: 120° C.

$$G \text{ (contenido anticongelante)} = 40 \quad \text{Previsto } -20^\circ \text{ C máximo, por lo tanto } 40\%$$

$$a = -0,0134 \times (G^2 - 143,8 \times G + 1918,2) = 29,932$$

$$b = 3,5 \times 10^{-4} \times (G^2 - 94,57 \times G + 500) = -0,588$$

$$f_c = a \times (1,8 \times t + 32)^b = 1,163$$

$$C_e = (3,24 \times t^2 + 102,13 \times t - 2708,3) \times 10^{-6} = 0,0562$$

$$C_e \times f_c = 0,0654$$

- Presiones de trabajo:

En nuestro caso, se considerará:

$$P_M = 10 \text{ bar}$$

$$P_m = 3 \text{ bar}$$

$$\text{Tenemos: } C_p = P_M / (P_M - P_m) = 10 / (10 - 3) = 1,4285$$

- Cálculo del vaso de expansión:

En nuestro caso:

$$V_t = V_{\text{primario}} \times C_p \times C_e \times f_c = 92,4 \times 1,4285 \times 0,0654 = 8,63 \text{ l}$$

Se escoge el vaso de expansión del fabricante Ibérica del Calor modelo 12 SMF de 12 litros. Ver ficha técnica en el Anexo 4.5.

6.7 Cálculo componentes del circuito de distribución

6.7.1 Tuberías de distribución de acumulador a viviendas

Para dimensionar la tubería, usamos el caudal de cálculo. La pérdida de carga de cada tramo no puede superar los 40 mm.c.a por metro lineal. Para no tener ruidos y vibraciones y favorecer el flujo laminar la velocidad será inferior a 2 m/s.

El caudal de trabajo del agua caliente, según cálculos facilitados por la dirección facultativa de la obra, es de 11 l/min por vivienda.

$$\text{Caudal de 1 vivienda} = 11 \text{ l/min} = 660 \text{ l/h}$$

$$\text{Caudal de 2 viviendas} = 2 \times 11 \text{ l/min} = 22 \text{ l/min} \quad 2 \times 660 \text{ l/h} = 1.320 \text{ l/h}$$

$$\text{Caudal de 20 viviendas} = 20 \times 11 \text{ l/min} = 220 \text{ l/min} \quad 20 \times 660 \text{ l/h} = 13.200 \text{ l/h}$$

Al caudal de bajante, que afecta a las 20 viviendas, se le aplica un coeficiente de simultaneidad K del uso de la instalación en todo el edificio, donde N es el número de viviendas.

$$K = (19 + N) / (10 \times (N + 1))$$

Con objeto de facilitar la obtención de este coeficiente K se puede considerar que para número de viviendas menor de 4 se aplicara un K= 1 y para número de viviendas mayor de 20 se aplicará un K= 0,2.

El caudal instantáneo máximo del grupo de N viviendas será pues:

$$Q_{\text{instalación}} = K \times N \times Q_{\text{total}} = 0,2 \times 20 \times 660 \text{ l/h} = 2.600 \text{ l/h}$$

Con los caudales anteriores y las longitudes de tubería según dimensiones que se muestran en el plano del anexo 6.2, tenemos los siguientes datos:

- La longitud total del bajante es de 13,9 metros, que son la impulsión del agua solar caliente y la ida y vuelta del retorno del agua del solar. Es decir 3 tuberías de 13,9 m con caudal de 2.600 l/h.

- En cada planta tenemos una ida y retorno de 1 m común a los departamentos hacia la derecha y de 3,70 m hacia la izquierda izquierda. Lo que es lo mismo, 10 tramos de 1 m y otros 10 de 3,70m, de ida y vuelta, con un caudal de 1.320 l/h.
- Las viviendas de la fachada norte tienen una ida y retorno de 5,20 m y las de la fachada sur de 4,65m. Que son 10 tramos de 5,20 m y otros 10 de 4,64, impulsión y retorno, con caudal de 660 l/h.

Para calcular el diámetro de tubería se calculará según la fórmula usada anteriormente:

$$D = J \times C^{0,35}$$

Donde:

D es el diámetro de la tubería en cm y C es el caudal en l/h.

J con valor 2,2 para tuberías metálicas.

Con los datos anteriores, en la tabla 11 se muestran los diámetros de las tuberías de cobre y el volumen de líquido en su interior.

Diámetros de tuberías y volumen interior por tramos								
	Caudal Tamo (l/h)	Diámetro Calculado Interior (mm)	Diam. Int. comercial (mm)	Diam. ext. comercial (mm)	n° de tramos (impulsión y retorno)	Longitud (m)	Volumen (m3)	Volumen (l)
Tramo 4	2.600	34,5	40	42	3	13,9 x 3	0,052	52
Tramo 5.1	1.320	27,2	32	35	2	1x 2 x 10	0,016	16
Tramo 5.2	1.320	27,2	32	35	2	3,7x 2 x 10	0,060	60
Tramo 6.1	660	21,3	25	28	2	5,2 x 2 x 10	0,051	51
Tramo 6.2	660	21,3	25	28	2	4,6 x 2 x 10	0,045	45
							0,224 m3	224 l

Tabla 11: Tuberías circuito distribución a viviendas
Fuente: Elaboración propia

6.7.2 Aislante térmico de las tuberías circuito distribución

Los espesores de aislamiento de tuberías y accesorios situados al interior no serán inferiores a los valores de la tabla 12.

Diámetro exterior tubería, mm	Temperatura máxima del fluido, °C			
	40° a 65°C	66° a 100° C	101° a 150° C	151° a 200° C
D < 35	20	20	30	40
35 < D < 60	20	30	40	40
60 < D < 90	30	30	40	50
90 < D < 140	30	40	50	50
140 < D	30	40	50	60

Tabla 12: Tuberías circuito distribución entre acumuladores y viviendas
Fuente: Manual de buenas prácticas para instalaciones solares térmicas

Se colocará aislante de 40 mm para tuberías del bajante y 30 mm para el resto de tuberías.

6.7.3 Bombas circulación distribución

Tal como se ha comentado en el apartado 6.7.1, el caudal de trabajo del agua caliente, según cálculos facilitados por la dirección facultativa de la obra, es de 11 l/min por vivienda, dando un caudal máximo del edificio de 2.600 l/h después de aplicarle el factor de simultaneidad para las 20 viviendas.

También se pondrán dos bombas iguales, una de reserva en caso de que falle la otra. Mediante programación de la centralita, se configurará para que funcionen alternativamente cada semana para equilibrar el desgaste de estas.

Las bombas serán el modelo UPSD 32-100 F de la casa Grundfos, que da un caudal de 2.800 l/h a 9,1 mca. Ver ficha técnica en el anexo 4.4.

Observación: la longitud de la tubería, el diámetro, de las válvulas, los codos, té, y otros accesorios de la instalación afectarán a la pérdida de carga de la bomba.

6.7.4 Vaso de expansión

Se procede a calcular el volumen total de líquido contenido en el circuito para saber el volumen del vaso de expansión.

- Volumen del circuito:

- Dos acumuladores de 1.000 litros.
- Estimación volumen tuberías primario: 224 l

Total capacidad estimada componentes conocidos: $V = 2.224 \text{ l}$

- Coeficiente de expansión:

En nuestro caso para temperatura máxima de funcionamiento del sistema es de 90° C y el retorno de 50° C . Sabemos que el coeficiente de dilatación (V_n) en función de la temperatura media para 70° C es 0,022.

Usamos la siguiente fórmula para saber el volumen del agua dilatada V_u :

$$V_u = V \times V_n$$

$$V_u = V \times V_n = 2.224 \times 0,022 = 48,93 \text{ litros}$$

Tenemos una presión de tarado de la válvula de seguridad de 7 bars y queremos una presión del agua de 3 bars.

Usamos la fórmula siguiente para saber el factor de presión P_f :

$$P_f = ((P_s + 1) - (P + 1)) / (P_s + 1)$$

$$P_f = ((7 + 1) - (3 + 1)) / (7 + 1) = 4 / 8 = 0,50$$

- Volumen del vaso de expansión según la fórmula:

$$V_{ve} = V_u / P_f$$

$$V_{ve} = 48,93 / 0,50 = 97,86 \text{ l}$$

Se escoge el vaso de expansión del fabricante Ibérica del Calor modelo 100 CMF de 100 litros. Ver ficha técnica en el Anexo 4.5.

6.8 Cálculo elementos de calefacción de la vivienda

6.8.1 Radiadores

En nuestra instalación se ha elegido unos radiadores estandares muy habituales en el mercado y fáciles de encontrar en el mercado. Además ofrecen seguridad, calidad, rendimiento y todo a un buen precio. Son radiadores Ferroli, modelo Xian 600 N (imagen 37, anexo 4.9).

Son radiadores de agua para calefacción, compuestos por elementos de radiador de aluminio inyectado, con una estética moderna pero con las grandes características que acreditan los radiadores: elevada emisión térmica, perfecto acabado de sus elementos, pintado individualmente y su particular junta elástica. Los radiadores se envían a obra montados con los elementos necesarios desde fábrica.

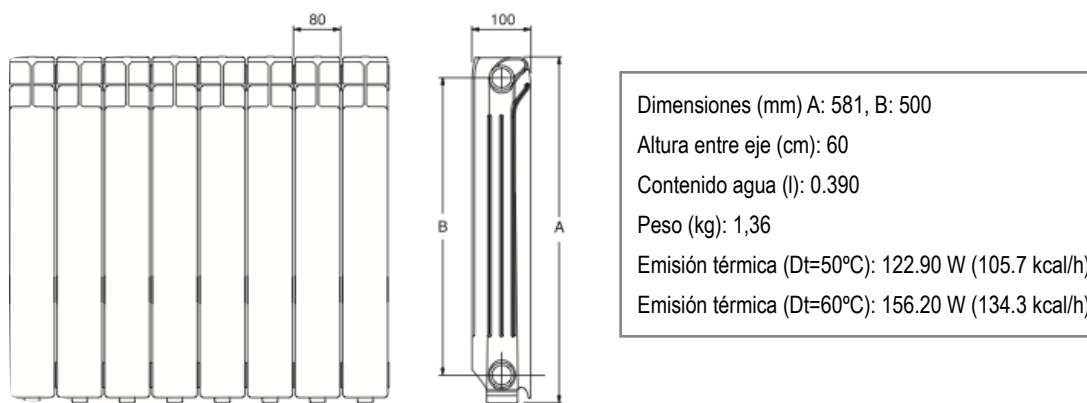


Imagen 37: Especificaciones técnicas de los radiadores
Fuente: Ficha técnica radiador Ferroli Xian N

El conjunto de accesorios para la instalación completa de un radiador se compone de (imagen 38):

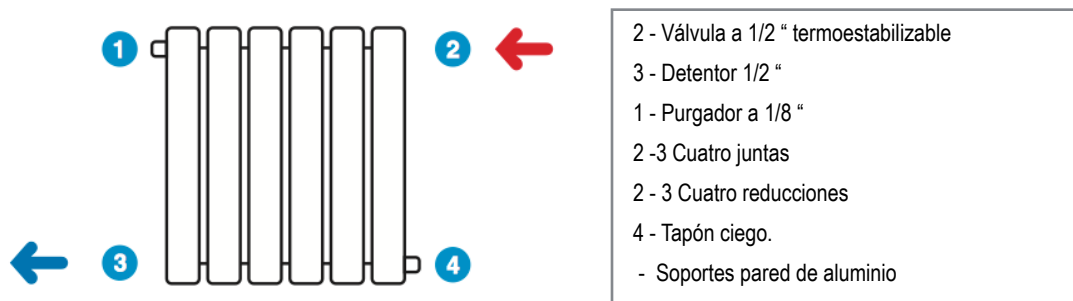


Imagen 38: Accesorios y su ubicación en los radiadores
Fuente: Ficha técnica radiador Ferroli Xian N

Para el cálculo de los radiadores, como todas las viviendas son iguales, cogeremos la vivienda más desfavorable. Ésta vivienda está situada en la planta superior, que se encuentra más a la intemperie y está expuesta a las condiciones climatológicas exteriores. En nuestro caso tenemos que las viviendas más desfavorables serán las dos de la planta superior de la fachada sur, ya que éstas reciben menos radiación solar.

Tal como hemos dicho, pondremos radiadores en las tres habitaciones, en el salón comedor y el baño. Al salón comedor (13,30 m²) le sumaremos las superficies del pasillo y recibidor (2,50 y 1,80 m²). Las superficies son según tabla 13:

Dormitorio 1	7,70 m ²		Salón comedor	17,60 m ²
Dormitorio 2	7,15 m ²		Baño	3,25 m ²
Dormitorio 3	7,30 m ²			

Tabla 13: Superficies de cálculo de calefacción
Fuente: Elaboración propia

Realizaremos el cálculo según el método simple para encontrar el número de elementos de cada radiador. Según las superficies de las estancias de la vivienda a calefaccionar, la situación del lugar (Curicó) y los coeficientes que nos indica el fabricante, las necesidades por metro cuadrado son de 90 W/m². Este valor está sacado de la tabla del anexo 6 del documento “Propuestas para Chile: eficiencia energética en vivienda social”, donde para Santiago tenemos 87 W/m² de demanda calorífica.

Primero multiplicamos los metros por esta cantidad para conocer las necesidades de potencia calorífica de cada estancia, como se ve en la tabla 14.

Dormitorio 1	7,70 m ² x 90 = 693,0 W
Dormitorio 2	7,15 m ² x 90 = 643,5 W
Dormitorio 3	7,30 m ² x 90 = 657,0 W
Salón comedor	17,60 m ² x 90 = 1.584,0 W
Baño	3,25 m ² x 90 = 292,5 W

Tabla 14: Potencia calorífica necesaria de calefacción
Fuente: Elaboración propia

Dividimos esas necesidades por la potencia de cada elemento que nos da el fabricante (122,9W a una emisión térmica de 50° C), con lo que obtendremos el número de elementos necesarios para cada estancia. Esa última cifra que se obtiene sería el número de elementos aproximado

recomendado. Ahora, en la tabla 15, se trata de redondear, por ejemplo en el baño se deberá decidir entre 2 y 3 elementos, esto dependerá del uso que se dé a la estancia. Por termino medio se suele redondear para arriba en los baños (en este caso serían 3 elementos) y se suele redondear hacia abajo en los pasillos al ser lugares de paso, pero en nuestro caso lo hemos juntado junto el salón comedor y lo redondeamos al alza.

Dormitorio 1	$693,0 / 122,9 = 5,63$	>>	6 elementos
Dormitorio 2	$643,5 / 122,9 = 5,23$	>>	6 elementos
Dormitorio 3	$657,0 / 122,9 = 5,34$	>>	6 elementos
Salón comedor	$1584,0 / 122,9 = 12,88$	>>	13 elementos
Baño	$292,5 / 122,9 = 2,37$	>>	3 elementos

Tabla 15: Elementos calculados en cada radiador
Fuente: Elaboración propia

Total elementos recomendados: 34 elementos Total de radiadores: 5 radiadores.

El fabricante recomienda no montar radiadores de más de 12 elementos. Es por ello que en el salón comedor, en lugar de un radiador de 13 elementos , montar 2 radiadores, uno de 6 y otro de 7 elementos. Aparte, tener en una estancia un foco de calor tan elevado puede hacer que haya diferencia de temperatura entre un lado y otro de la sala, lo que se soluciona con dos radiadores más pequeños.

Finalmente quedará una distribución en cada vivienda según la tabla 16:

Dormitorio 1	1 radiador de 6 elementos
Dormitorio 2	1 radiador de 6 elementos
Dormitorio 3	1 radiador de 6 elementos
Salón comedor	2 radiadores, uno de 7 y otro de 6 elementos
Baño	1 radiador de 3 elementos

Tabla 16: Radiadores y elementos a instalar
Fuente: Elaboración propia

En el plano del anexo 6.3 se muestra la ubicación de los radiadores en cada estancia. En dicho plano se ve su colocación en planta y sección de como quedarán instalados.

El edificio tendrá 80 radiadores de seis elementos, 20 de siete elementos y otros 20 de tres elementos.

6.8.2 Tuberías distribución de caldera a radiadores

En nuestras viviendas realizaremos una instalación bitubo. Ésta instalación se trata de que desde la caldera una tubería conduce el agua calentada (ida) y otra la devuelve a la caldera (retorno); desde cada una de ellas se realizan, con un diámetro de tubería inferior, derivaciones a cada uno de los radiadores.

Según especificaciones (anexo 4.6) de la caldera de Ferroli Bluehelix Pro 25, tendremos un diámetro de tubería de impulsión y retorno de 3/4" que es una tubería de 20/22 mm de diámetro (diámetro interior/diámetro exterior). Las derivaciones de la tubería de distribución al radiador según especificaciones del radiador es de 1/2", que es una tubería de diámetro 16/18 mm. En el plano del anexo 6.3 se muestran los tramos y los diámetros de las tuberías.

6.9 Presupuesto

Como vemos a continuación tenemos un costo de los materiales de 79.4175.246 pesos chilenos. Esto da a casi cuatro millones de pesos por vivienda.

Unid.	Material	Descripción	PesosCL/Unidad	Pesos CL
15	ECOTOP VF 2.3	Captador solar altamente selectivo. Cubierta es de vidrio templado de bajo contenido en hierro (inferior al 0,005%), de 4 mm de espesor. La carcasa exterior es de aluminio. La superficie de absorción es de cobre con recubrimiento selectivo. La placa colectora es de tubos de cobre. El absorbedor tiene soldaduras realizadas por ultrasonidos. El aislamiento es de lana de roca de 40 mm de espesor. El captador tiene garantía contra defectos de fabricación de 8 años.	475.686	7.135.296
3	Kit de 4 conexiones para modelos Ecotop VF/HF	Kit de 4 conexiones para modelos Ecotop VF/HF, incluye: 2 tapones de cierre, Conexión entrada paneles, conexión salida panel con vaina y purgador manual*.	31.217	93.651
3	Estructura paneles	Estructura para 5 paneles Ecotop VF 2.3 en cubierta inclinada	401.360	1.204.081
2	Líquido Solar	Fluido caloportador (garrafa de 25 l)	182.099	364.197
1	Delta Unit Plus	Centralita de control y regulación para instalaciones de Energía Solar Térmica (sondas PT 1000)	564.878	564.878
2	Acumulador EPOXUNIT/A 1000-PB	Acumulador 1.000 litros de acero con recubrimiento epoxi sanitario. Aislamiento en lana de roca y recubrimiento exterior en ABS. Anodo electrónico incorporado. Modelos con un serpentín de alto rendimiento. Garantía de 5 años.	4.195.703	8.391.405
1	Vaso expansión Ibérica del calor 12 SMF	Vaso de expansión de 12 litros, para energía solar, con membrana fija, resistente al etilenglicol.	18.448	18.448
1	Bomba recirculación Grundfos UPSD 32-50F	Bombas circuladoras UPSD son de tipo rotor encapsulado. Eje y cojinetes radiales en cerámica. Cojinete de empuje en carbono. Carcasa del rotor y soporte del cojinete en acero inoxidable. Impulsor en material resistente a la corrosión. Carcasa de la bomba en fundición. Grado de protección IP42.	276.493	276.493
1	Vaso expansión Ibérica del calor 100 CMF	Vaso de expansión de 100 litros, con membrana fija para agua fría y caliente. Temperaturas de trabajo entre -10° y 100° C.	93.353	93.353
1	Bomba recirculación Grundfos UPSD 32-100F	bombas circuladoras UPSD son de tipo rotor encapsulado. Eje y cojinetes radiales en cerámica. Cojinete de empuje en carbono. Carcasa del rotor y soporte del cojinete en acero inoxidable. Impulsor en material resistente a la corrosión. Carcasa de la bomba en fundición. Grado de protección IP42.	781.166	781.166
20	Caldera BLUEHELIX TECH 25 CP	Caldera mural mixta de condensación con intercambiador de placas. Intercambiador y tubos internos de aceros inoxidable. Alta eficiencia energética: hasta un 20% de ahorro en consumo de gas. Bomba modulante en calefacción: mínimo consumo. Microacumulación: agua caliente sin esperas.	1.616.591	32.331.810
20	Kit Solar Caldera	Kit Solar intercambiador de placas con V. 2 V para caldera BLUEHELIX PRO 25 y 32. Componentes del Kit.: - Válvula de 2 vías, para conseguir que únicamente entre agua caliente de paneles en el intercambiador de placas cuando exista demanda de A.C.S. por parte del usuario. - Intercambiador de placas. - Válvula mezcladora termostática. - Tubos y conexiones de cobre para adaptar este kit a la propia caldera.	349.332	6.986.644
80	Radiador 6 elementos	Radiador modelo Xian 600 N para calefacción, compuesto por 6 elementos de radiador de aluminio inyectado. Máxima durabilidad. Aluminio de gran transmitancia térmica. Estanquidad total gracias a las juntas elásticas.	63.638	5.091.034
20	Radiador 7 elementos	Radiador modelo Xian 600 N para calefacción, compuesto por 7 elementos de radiador de aluminio inyectado. Máxima durabilidad. Aluminio de gran transmitancia térmica. Estanquidad total gracias a las juntas elásticas.	74.244	1.484.885
20	Radiador 3 elementos	Radiador modelo Xian 600 N para calefacción, compuesto por 3 elementos de radiador de aluminio inyectado. Máxima durabilidad. Aluminio de gran transmitancia térmica. Estanquidad total gracias a las juntas elásticas.	31.819	636.379
120	Válvula termoestabilizable	Válvula termoestabilizable 1/2" para radiadores.	6.102	732.260
120	Purgador de aire	Tapón purgador para radiadores 1/2" reversible.	2.289	274.709
Costo materiales bruto				66.737.182
Costo con 19% IVA				79.417.246

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Una vez realizado y evaluado el proyecto de calefacción y ACS del edificio de Villa Futuro podemos concluir lo siguiente:

El trabajo realizado está acorde con los objetivos iniciales. Se ha diseñado una instalación de calefacción dando prioridad a fuentes de energía renovables no contaminantes. Todo ello describiendo sus elementos, realizando cálculos según Normativa, mostrando su diseño, implementación y dimensionado.

Se plasmó lo mencionado sobre calefacción y energía solar térmica en este proyecto. Se mostró la relevancia de diversos aspectos de diseño que afectan a este tipo de instalaciones, los distintos componentes y las posibles soluciones. En el presente proyecto se ha elegido una generación de calor mediante energía solar térmica con caldera de apoyo individual. Incluso suponiendo un costo mayor en calderas y un rendimiento menor, esta era la mejor opción. Esto es debido a la no necesidad de un sistema de acumulación individualizada para la caldera auxiliar y a las preferencias actuales por los sistemas individualizados que facilitan individualizar los consumo y sus costos.

Se investigó la normativa chilena e internacional, específicamente la española. Se extrajo de ella varios métodos de cálculo y diseño aplicados en este documento al territorio chileno. Se recopilaron todos los datos necesarios para el correcto diseño y dimensionado de la instalación.

El nivel de rentabilidad económica, en los sistemas solares térmicos está relacionado con el volumen de agua a calentar a producir. Contra más volumen, más ahorro y menor el período de empezar a rentabilizar la inversión. Es por esto, que para viviendas unifamiliares puede ser menos atractivo que para las multifamiliares. En una vivienda unifamiliar el período de amortización de la inversión está entre 8 y 10 años, en edificios residenciales se encuentra entre 3 y 5 años, ya que a pesar de que la inversión inicial es mayor, se reparte entre todos los propietarios.

7.2 Recomendaciones

Es muy importante en estos proyectos, realizar correctamente el cálculo del dimensionado del campo de colectores solares. Éste debe realizarse con datos diarios de demanda de energía y de consumo de ACS. Sobredimensionar el campo de paneles solares es un gran error que provocaría serios daños en el funcionamiento del sistema solar térmico por sobrecalentamiento. Más aún en Chile, que presenta una radiación solar con niveles altos. Especialmente en verano, cuando los inquilinos se van de vacaciones y estas instalaciones requieren la mitad de la demanda de carga.

Otra recomendación importante a considerar para un óptimo diseño de una instalación solar térmica, es el trabajo en conjunto de ingenieros y arquitectos desde el inicio del proyecto. Se debe diseñar e integrar arquitectónicamente el sistema de calefacción en el diseño original del edificio, generando así una disminución en los costos de instalación y de materiales, y mejorando la estética e imagen visual en el edificio.

Como reflexión, hace falta un cambio cultural en la mentalidad de la gente. Un movimiento ecológico del gobierno y de los ciudadanos que valore y de prioridad al uso de energías renovables por los beneficios que representan para el país y todo el planeta. Las energías renovables son un potente motor económico. El balance de usar esta tecnología resulta positivo porque se ahorra en la importación y consumo de combustibles fósiles y se protege el medio ambiente, evitando contaminación por CO₂, mejorando el aire en las poblaciones.

Por otro lado es recomendable que el gobierno chileno impulse normativas como por ejemplo los certificados energéticos de vivienda, como se efectúan en otros países. Son la base en que se establecen los requisitos básicos que determina la calidad ambiental y la eficiencia energética de las viviendas. La mejora de las viviendas para incrementar el confort térmico, no siempre va de la mano de lograr una mayor eficiencia en el acondicionamiento térmico. Primero se debería saber si el edificio va a consumir más o menos energía que los estándares en calentarse, según definiera el certificado energético de la vivienda basándose en ciertos parámetros. De nada sirve un buen sistema de climatización si los cerramientos de la vivienda no cumplen unos requisitos mínimos perdiendo así grandes cantidades de energía térmica.

En la actualidad se están desarrollando acciones y ayudas estatales para mejorar la calidad térmica de las viviendas existentes. El problema viene con las viviendas sociales de nueva construcción. De continuar con los actuales mínimos de calidad térmica aplicados en los edificios que se construyen actualmente, en muy pocos años tendrán que aplicarse instrumentos para el reacondicionamiento de

las viviendas que se están construyendo hoy. Esto debido a que la Reglamentación Térmica vigente y sus estándares mínimos no son necesariamente sinónimo de eficiencia energética en viviendas. Por lo que para terminar mi memoria dejaré la siguiente pregunta: ¿Es más conveniente incrementar hoy el subsidio obligando una mayor eficiencia energética en las viviendas nuevas o esperar entregar cantidades similares de ayudas para su mejora en un futuro?.

BIBLIOGRAFÍA

Arata, A., Universidad Técnica Federico Santa María (1987). *Plantas de Colectores Solares Planos*. Santiago, Chile: Imprenta Guerra.

Cámara Chilena de la Construcción (2007). *Manual de Buenas Prácticas para Sistemas Solares Térmicos*. Santiago, Chile: Autor.

Cámara Chilena de la Construcción (2007). *Sistemas Solares Térmicos. Manual de diseño para el calentamiento de agua*. Santiago, Chile: Autor.

Cámara Chilena de Refrigeración y Climatización A. G. (2007). *Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios en Chile, RITCH*. Santiago, Chile: Autor.

Centro de estudios de la Energía Solar, CENSOLAR (2007). *Sistemas térmicos solares. Diseño e instalación*. Mairena del Aljarafe, Sevilla, España: Autor.

Comisión Nacional de Energía, CNE, 2006. *Estudio del mercado solar térmico chileno*. Santiago, Chile: Transenergie.

Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica y la Unión Europea, 2007. *El Sector de la Energía en Chile. Capacidades de investigaciones y áreas de desarrollo científico-tecnológico*. Santiago, Chile: Conycit.

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE (2002). *Instalaciones de Energía Solar Térmica: Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura*. Madrid, España: Autor.

Ministerio de Industria, Energía y Turismo de España (2007). *Reglamento Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, ITC*. Madrid, España: Autor

Ministerio de Vivienda de España (2007). *Código Técnico de la Edificación, Sección HE4*. Madrid, España: Autor.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (2009). *Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social*. Santiago, Chile: Grafhika Copy Center Ltda.

W.A. Beckman, S.A. Klein y J.A. Duffie, Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración, ATECYR (1982). *Proyecto de Sistemas Térmico-solares por el método de las curvas-f*. Madrid, España: Index.

Webs consultadas:

<http://wrdc.mgo.rssi.ru>, Centro Mundial de Datos de Radiación (WRDC), Observatorio Principal de Geofísica de Voeikov del Servicio Ruso Federal para Monitoreo Hidrometeorológico y Ambiental, San Petersburgo, Rusia.

<http://www.iea.org>, Agencia Internacional de Energía, IEA.

<http://www.cne.cl>, Comisión Nacional de Energía de Chile, CNE.

<http://www.labsolar.utfsm.cl>, Laboratorio de Evaluación Solar, Departamento de Mecánica, Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile.

<http://www.censolar.es>, Centro de Estudios de la Energía Solar. España, USA, Latinoamérica.

<http://www.construmatica.com>, Comunidad Profesional de Técnicos de Arquitectura, Ingeniería y Construcción. Barcelona, España.

<http://itec.es>, Consulta de bases de datos en el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña. Barcelona, España.

<http://www.ferroli.es/zona-profesional/productos>, Compañía multinacional de productos de calefacción y climatización. Verona, Italia.

<http://www.wikipedia.org>, Enciclopedia web multilingüe de edición abierta, Fundación Wikipedia. San Francisco, EEUU.

ANEXOS

Anexo 1. Algoritmo f-chart de verificación de cumplimiento de la contribución solar mínima (CSM).

Anexo 2. Tabla de energía de calefacción en viviendas sociales.

Anexo 3. Tabla Norma UNE 37.141-76 de características de los tubos de cobre.

Anexo 4. Fichas técnicas elementos de la instalación.

Anexo 4.1 Paneles solares Ferroli ECOTOP V 2.3.

Anexo 4.2 Acumulador Ferroli EPOXUNIT /ES 1000 – PB.

Anexo 4.3 Centralita de control Ferroli Delta Unit.

Anexo 4.4 Bombas Grundfos UPSD 32-50F y UPSD 32-100 F.

Anexo 4.5 Vasos de expansión Ibérica del Calor 12SMF y 100CMF.

Anexo 4.6 Caldera condensación BLUEHELIX PRO 25.

Anexo 4.7 Válvula termostática Ferroli.

Anexo 4.8 Radiadores Ferroli Xian 600 N.

Anexo 5. Fotografías visita a obra y terreno.


Anexo 6. Planos

Anexo 6.1 Cubierta edificio. Paneles solares.

Anexo 6.2 Cuarto técnico acumulador solar. Circuito de consumo.

Anexo 6.3 Plano departamento tipo. Instalación de radiadores.

Anexo 1. Algoritmo f-chart de verificación de cumplimiento de la contribución solar mínima (CSM)



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE ENERGÍA

ALGORITMO DE VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA (CSM)

I.- Introducción

En la presente planilla de cálculo se encuentra programado el algoritmo para la verificación del cumplimiento de la Contribución Solar Mínima (CSM) de Sistemas Solares Térmicos (SST) que se acogen al beneficio tributario que establece la Ley 20.365. El algoritmo y las bases de datos utilizadas son aquellas que se señalan en la Norma Técnica (NT) elaborada por el Ministerio de Energía (RES. (E) N°502 del 30 de septiembre de 2010).

El objetivo de esta herramienta es orientar a las empresas acerca del cumplimiento de su SST respecto de la exigencia de la CSM y sus resultados son sólo informativos, no siendo en sí mismo un elemento de acreditación del cumplimiento de la CSM exigida, así como tampoco se crea como un apoyo al diseño e ingeniería de un SST.

II.- Datos de entrada del Algoritmo

1.- La información asociada a cada comuna que se indica en los anexos de la NT, está incorporada en bases de datos internos, y se indica a continuación: Información comunal: Latitud media y zona climática; Factor modificador de la radiación incidente a una superficie inclinada; Radiación solar global, media mensual y media anual, sobre superficie horizontal; Temperatura ambiente media mensual y media anual de la comuna; y Temperatura de agua de red media mensual y media anual de la comuna.

2.- La demanda diaria de agua caliente sanitaria, expresada en [L/día], se obtiene según el tipo de SST y número de dormitorios. Para ello se debe ingresar primero el tipo de SST. Luego, en caso de SST unifamiliar se debe ingresar el N° de dormitorios y en caso de SST multifamiliar se debe ingresar la cantidad de viviendas que poseen el número de dormitorios que se indica.

3.- El volumen de almacenamiento (V) del depósito acumulador se expresa en litros [L].

4.- La superficie (A) instalada de colectores solares térmicos (CST), expresada en metros cuadrados [m²], corresponde a la suma de las áreas de abertura de cada colector solar térmico instalado perteneciente a un mismo Sistema Solar Térmico.

Los valores de V y A deben cumplir con la siguiente condición: $40 \leq V/A \leq 180$.

5.- La inclinación corresponde al ángulo entre la superficie del colector y el plano horizontal, y se debe indicar como un número entero, equivalente al múltiplo de 5 más cercano, expresado en grados [°], cuyo rango varía entre 0° y 90°.

6.- La orientación de los CST (azimut), corresponde al ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del colector y el meridiano del lugar, y se debe indicar como un número entero, expresado en grados [°], cuyo rango varía entre 180° y -180°. Los valores representativos son: 0° para colectores orientados al norte, 90° para colectores orientados al oeste, -90° para colectores orientados al este, y 180° o -180° para colectores orientados al sur.

7.- El Factor Global de Pérdidas (UL) representa las pérdidas lineales del colector y se expresa en [W/m²K].

8.- La Eficiencia Óptica del colector (η_0), se expresa en porcentaje [%].

9.- Las pérdidas por sombra se expresan en porcentaje [%].

III.- Datos de salida del Algoritmo

1.- Valor calculado de la Contribución Solar del SST e indicación si cumple o no con la CSM considerando la tolerancia en la verificación.

2.- Valor calculado de las pérdidas por orientación e inclinación, como dato referencial.

3.- Gráfico con la demanda mensual de energía para el calentamiento de agua y la contribución mensual del SST expresada tanto en energía [kWh] como en porcentaje [%] de la demanda.

4.- Cuadro con los valores mensuales de la demanda de energía para el calentamiento de agua y de la contribución solar del SST expresadas tanto en energía [kWh] como en porcentaje [%] de la demanda.

5.- Cálculo de Ahorros. Para utilizar esta área, se debe seleccionar el combustible que será reemplazado con energía solar e ingresar el costo unitario del combustible según las unidades indicadas.

ALGORITMO DE VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA (CSM)

COMUNA : Curicó :

Latitud Media	Zona Climática	Contribución Solar Mínima	Valor a Verificar CSM*0,85
-35°	C	57%	48%

V3

Selección Tipo de Sistema Solar Térmico	N° Dormitorios	N° de Viviendas
SST Multifamiliar: N° viviendas	con 1 dormitorio	
SST Multifamiliar: N° viviendas	con 2 dormitorios	
SST Multifamiliar: N° viviendas	con 3 dormitorios	20
SST Multifamiliar: N° viviendas	con 4 dormitorios	
SST Multifamiliar: N° viviendas	con 5 dormitorios	
SST Multifamiliar: N° viviendas	con 6 o más dormit.	
Demanda Diaria		2400,lt

VOLUMEN ALMACENAMIENTO : [L]

SUPERFICIE COLECTORES : [m²]

INCLINACIÓN : [°]

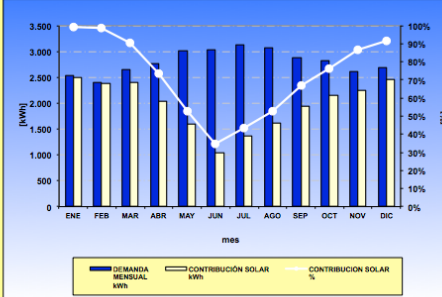
ORIENTACIÓN CST (AZIMUT) : [°]

FACTOR GLOBAL PÉRDIDAS (UL): [W/m²K]

EFICIENCIA ÓPTICA (η_0) : [%]

PERDIDAS POR SOMBRAS : [%]

CONTRIBUCIÓN SOLAR DEL SST : **CUMPLE**



	DEMANDA MENSUAL kWh	CONTRIBUCIÓN SOLAR kWh	CONTRIBUCIÓN SOLAR %
ENE	2.527	2.504	99%
FEB	2.399	2.373	99%
MAR	2.657	2.405	91%
ABR	2.763	2.028	73%
MAY	3.011	1.590	53%
JUN	3.031	1.049	35%
JUL	3.132	1.358	43%
AGO	3.063	1.623	53%
SEP	2.881	1.935	67%
OCT	2.821	2.149	76%
NOV	2.604	2.253	87%
DIC	2.682	2.459	92%

Cálculo de Ahorros	Precio Combustible \$/Kilo	Eficiencia Caldera [%]	Ahorro Anual [\$/Año]
Seleccione Combustible utilizado			
GAS LIQUADO	\$ 1.000	90%	\$ 1.873.356

Anexo 2. Tabla de energía de calefacción en viviendas sociales

Demandas de energía de calefacción en viviendas sociales y efectos en el mejoramiento con criterios de eficiencia energética

Zona Térmica	Zona Climática	Ciudad	Tipología de vivienda	Vivienda tipo		Vivienda mejorada		Vivienda criterios EE	
				Costo básico UF	Demanda de energía de calefacción kWh/m² año	Costo básico UF	Demanda de energía de calefacción kWh/m² año	Costo básico UF	Demanda de energía de calefacción kWh/m² año
1	NL	Arica	1 piso aislada	340	10	441			
			1 piso pareada	336	9	395			
			1 piso continua	322	7	399			
1	NVT	Copiapó	1 piso aislada	340	56	441	36	448	21
			1 piso pareada	336	50	395	34	425	19
			1 piso continua	322	45	399	32	405	17
2	ND	Calama	1 piso aislada	380	132	441	98	448	52
			1 piso pareada	376	123	395	93	425	50
			1 piso continua	362	115	399	91	405	45
2	CL	Valparaíso	1 piso aislada	380	82	441	59	448	38
			1 piso pareada	376	75	415	57	425	36
			1 piso continua	362	71	402	55	405	34
3	CI	Santiago	1 piso aislada	380	100	441	80	448	53
			1 piso pareada	376	93	415	76	425	51
			1 piso continua	362	87	402	73	405	48
4	SL	Concepción	1 piso aislada	380	120	441	103	448	65
			1 piso pareada	376	113	415	99	425	62
			1 piso continua	362	107	402	95	405	59
4	CI	Chillán	1 piso aislada	340	131	441	113	448	72
			1 piso pareada	336	123	395	107	425	68
			1 piso continua	322	116	399	102	405	65
5	SI	Temuco	1 piso aislada	340	136	441	122	448	77
			1 piso pareada	336	130	395	118	425	75
			1 piso continua	322	125	399	115	405	71
5	SL	Valdivia	1 piso aislada	340	138	441	124	448	80
			1 piso pareada	336	133	395	120	425	78
			1 piso continua	322	128	399	117	405	74
6	SL	Puerto Montt	1 piso aislada	340	141	441	126	448	82
			1 piso pareada	336	135	395	122	425	80
			1 piso continua	322	129	399	118	405	76
7	SE	Punta Arenas	1 piso aislada	470	272	511	252	518	172
			1 piso pareada	466	260	507	243	513	163
			1 piso continua	452	252	493	236	500	155

Nota: Las demandas de energía de calefacción se estiman para los 6 meses más fríos del año en todas las ciudades, salvo en Punta Arenas donde se consideró el año completo.

Anexo 3. Tabla Norma UNE 37.141-76 de características de los tubos de cobre

Características de los tubos de cobre comprendidos en la norma UNE 37.141-76

Diámetro exterior (mm)	Espesor (mm)	Diámetro interior (mm)	Peso lineal (Kg/m)	Superficie pared exterior (cm ² /m)	Sección interior (mm ²)	Capacidad (l/m)	Resistencia Útil (Kp/cm ²)	Recorrido Rotura (Kp/cm ²)
6	0,75	4,5	0,110	188	16	0,016	147	733
	1	4	0,140		13	0,013	220	1100
8	0,75	6,5	0,152	251	33	0,033	102	510
	1	6	0,196		28	0,028	147	733
10	0,75	8,5	0,194	314	57	0,057	78	388
	1	8	0,252		50	0,050	110	550
12	0,75	10,5	0,236	377	87	0,087	63	314
	1	10	0,308		78	0,078	88	440
15	0,75	13,5	0,299	471	143	0,143	49	244
	1	13	0,391		133	0,133	68	338
18	0,75	16,5	0,362	565	214	0,214	40	199
	1	16	0,475		201	0,201	55	275
22	1	20	0,587	691	314	0,314	44	220
	1,2	19,6	0,698		302	0,302	54	269
	1,5	19	0,860		284	0,284	69	347
28	1	26	0,753	880	531	0,531	34	169
	1,2	25,6	0,899		515	0,515	41	206
	1,5	25	1,111		491	0,491	53	264
35	1	33	0,951	1100	855	0,855	27	133
	1,2	32,6	1,134		835	0,835	32	162
	1,5	32	1,405		804	0,804	41	206
42	1	40	1,436	1319	1257	1,257	22	110
	1,2	39,6	1,369		1232	1,232	27	133
	1,5	39	1,699		1195	1,195	34	169
54	1,2	51,6	1,172	1696	2091	2,091	20	102
	1,5	51	2,202		2043	2,043	26	129
63	1,5	60	2,579	1979	2827	2,827	22	110
	2	59	3,411		2734	2,734	30	149
80	1,5	77	3,292	2513	4657	4,657	17	86
	2	76	4,362		4856	4,856	23	116
100	2	96	5,840	3142	7238	7,238	18	92
	2,5	95	6,815		7088	7,088	23	116

Anexo 4. Fichas técnicas elementos de la instalación

Anexo 4.1 Paneles solares Ferroli ECOTOP V 2.3

ECOTOP VF-HF

CAPTADOR SOLAR PLANO SELECTIVO DE ALTO RENDIMIENTO







Producción A.C.S., calentamiento de piscinas, calefacción baja temperatura, fancoils y refrigeración por absorción

Captadores solares fabricados bajo las siguientes normas:

- Pruebas de certificación según EN-12975-2.
- Contraseña de Certificación por la Dirección General de Política Energética y Minas.

VENTAJAS del captador ECOTOP:

- Es un captador con dos modelos, uno con disposición vertical (ECOTOP VF) y otro, con disposición horizontal (ECOTOP HF).
- Se pueden conectar hasta 8 captadores por batería, modelos con disposición vertical y hasta 4 captadores por batería, modelos con disposición horizontal.
- La cubierta es de vidrio templado de bajo contenido en hierro (inferior al 0,005%), de 4 mm de espesor.
- La carcasa exterior es de aluminio.
- La superficie de absorción es de cobre con recubrimiento selectivo.
- La placa colectora es de tubos de cobre.
- El absorbedor tiene soldaduras realizadas por ultrasonidos.
- El aislamiento es de lana de roca de 40 mm de espesor.
- El captador tiene garantía contra defectos de fabricación de 8 años.

- La tapa posterior es de aluminio de 0,4 mm de espesor.
- Las conexiones de entrada y salida son de 3/4" (4 conexiones).

El rendimiento de un captador se define como el cociente entre la energía obtenida del captador y la energía máxima posible generada:

$$\eta = \frac{Q_u}{A \times I}$$

Q_u = Energía útil en el captador (W)
 A = Área de referencia (m²)
 I = Irradiación solar (W/m²)

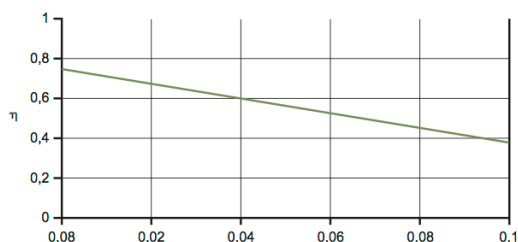
La curva de rendimiento homologada del captador ECOTOP VF-HF se define por tres coeficientes, y está referida normalmente al área de apertura:

- El factor de ganancia (o factor de eficiencia): η_p .
- Coeficiente global de pérdidas de primer grado a_1 .
- Coeficiente global de pérdidas de segundo grado a_2 .

Valores referentes a superficie de apertura	Ecotop VF 2.0	Ecotop VF 2.3	Ecotop HF 2.3
η_p	0,755	0,750	0,737
a_1	3,72 W/m ² K	3,708 W/m ² H	4,043 W/m ² H
a_2	0,017 W/m ² K	0,009 W/m ² H	0,018 W/m ² H

ECOTOP VF-HF

Curva de eficiencia instantánea Ecotop VF 2.3



$$\eta = \eta_0 - a_1 \frac{(t_m - t_a)}{G}$$




Tal y como se ve en su curva de rendimiento instantáneo, el captador solar ECOTOP VF está indicado para una óptima utilización en toda la península ibérica, pues tiene un buen rendimiento energético en toda su franja de utilización.

$$\frac{t_m - t_a}{G} = \frac{\text{(Temperatura media captador - Temperatura ambiental)}}{\text{Radiación solar global.}}$$

Para el cálculo de la pérdida de carga por captador solar, sabiendo que el caudal máximo de trabajo recomendado suele ser inferior a 2 litros/minuto, se proporciona la caída de presión para cada captador:

Caudal (litros/min captador)	5	4	3	2	1	0
Caída de presión (mbar)	4	3	2	1	1	0

ACCESORIOS PARA CAPTADOR ECOTOP VF-HF

Descripción	CÓDIGO	Observaciones
 Kit 4 conexiones, incluye: • 2 tapones de cierre; • Conexión entrada paneles; • Conexión salida panel con vaina; • Purgador manual.	C51019900	OBLIGATORIO Es obligatorio usar N kits por cada N filas de captadores
 Kit conexiones intermedias.	C51019910	OBLIGATORIO Es obligatorio usar N-1 kits por cada fila de N captadores
 Kit purgador automático y llave de corte.	C50019920	OPCIONAL Usar N kits por cada N filas de captadores

		VF 2.0	VF 2.3	HF 2.3
Sup. Total	m ²	1,97	2,32	2,32
Sup. Apertura	m²	1,89	2,23	2,23
Sup. Absorbedor	m ²	1,87	2,21	2,21
Altura	mm	1.700	2.000	1.160
Ancho	mm	1.160	1.160	2.000
Fondo	mm	80	80	80
Número de conexiones	"	4	4	4
Diámetro conexiones	"	3/4"	3/4"	3/4"
Peso en vacío	Kg	35	43	43,5
Contenido diluido	l	1,3	1,5	1,9
Caudal de trabajo recomendado	l/h	100-250	100-250	100-250
Presión máx. de trabajo	bar	10	10	10
Temperatura de estancamiento	°C	177	177	177
Aislamiento en lana de roca de espesor	mm	40	40	40
Grado de absorción	%	95	95	95
Emisividad	%	5	5	5
Máximo número de colectores en paralelo		8	8	4
CÓDIGO		027116170	027116200	027200116

Anexo 4.2 Acumulador Férroli EPOXUNIT /ES 1000 – PB

Interacumuladores para producción de A.C.S. mediante
energía acero con recubrimiento Epoxi sanitario

EPOXUNIT / ES

- Modelos para instalación en interior
- Fabricados en **Acero al carbono** con recubrimiento interior de Epoxi sanitario.
- Aislamiento en lana de roca y recubrimiento exterior en ABS
- Ánodo electrónico incorporado (incluido en el suministro en paquete adjunto)
- Temperatura máxima de trabajo 90°C
- Modelos con un **serpentín de alto rendimiento** (gama EPOXUNIT/ES)
- Modelos suministrados con cáncamo de elevación, la coloración es completamente blanca
- Incluido ánodo de protección de titanio en el suministro
- Modelos para trabajar a 8 bar únicamente
- GARANTIZADOS DURANTE 5 AÑOS

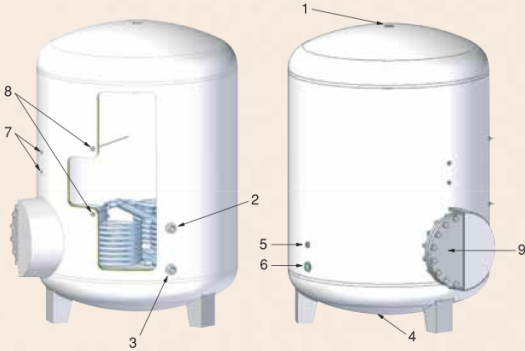


	Código	Denominación	Capacid. (L.)	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Superficie intercam. (m²)	Potencia intercam. (kW) (*)	Peso (kg)	Tipo de aislamiento	Espesor de aislamiento	€
Modelos con patas y boca de registro	181810000	EPOXUNIT/ES 1000-PB	1000	2040	900	2,58	93	163	Polí. inyec.	35	4.559
	181815000	EPOXUNIT/ES 1500-PB	1500	1851	1260	3,29	130	244	Lana de roca	40	4.973
	181820000	EPOXUNIT/ES 2000-PB	2000	2351	1260	4,35	139	277	Lana de roca	30	5.625
	181825000	EPOXUNIT/ES 2500-PB	2500	1979	1510	5,56	168	334	Lana de roca	40	6.895
	181830000	EPOXUNIT/ES 3000-PB	3000	2479	1510	6,95	190	430	Lana de roca	45	7.392
	181840000	EPOXUNIT/ES 4000-PB	4000	2177	1860	8,34	250	533	Lana de roca	45	9.292
	181850000	EPOXUNIT/ES 5000-PB	5000	2677	1860	11,14	320	698	Lana de roca	55	11.051

(*) Salto de primario: 90/70 °C - Salida A.C.S.: 45 °C - Agua de red: 10 °C

CONEXIONES

- 1 Salida A.C.S.
- 2 Ida circuito primario
- 3 Retorno circuito primario
- 4 Vaciado
- 5 Recirculación
- 6 Entrada agua fría
- 7 Termómetro y termostato
- 8 Ánodo de titanio
 - Para 1.000 L. un ánodo
 - Más de 1.000 L. dos ánodos
- 9 Boca de registro



Los modelos de 80,100,150 y 200 litros pueden entregarse con soporte para colgar modelos sin boca, sin incremento de precio.

Para resistencias eléctricas y protecciones catódicas, ver apartado accesorios.

ES NECESARIO INSTALAR VÁLVULAS DE SEGURIDAD PARA MANTENER LAS CONDICIONES DE GARANTIA

Anexo 4.3 Centralita de control Ferroli Delta Unit

Delta Unit Plus

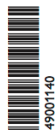
Montaje

Conexiones

Manejo

Localización de fallos

Ejemplos



Muchas gracias por comprar este termostato.
Le rogamos leer este manual detenidamente para poder utilizar óptimamente
todas las funciones del aparato.

Delta Unit Plus

ES
manual

Delta Unit Plus



Contenido

Pie de imprenta.....	2	2.2	Pantalla Monitoring.....	22
Recomendaciones de seguridad	2	2.2.1	Indicación de canales.....	22
Datos técnicos y directorio de funciones.....	3	2.2.2	Regleta de símbolos.....	22
1. Instalación.....	4	2.2.3	Campo de esquemas de sistemas.....	23
1.1 Montage.....	4	2.3	Códigos parpadeantes.....	23
1.2 Conexiones eléctricas.....	4	2.3.1	Códigos parpadeantes de los esquemas.....	23
1.2.1 Directorio de conexiones eléctricas.....	4	2.3.2	Códigos parpadeantes LED.....	23
1.2.2 Dispositivo de reglaje.....	5	3.	Primera puesta en funcionamiento.....	24
1.2.3 Bus.....	5	4.	Parámetros de control y canales de visualización.....	25
1.2.4 Sondas.....	6	4.1	Directorio de canales.....	25
1.2.5 Conexión a la red.....	6	4.2.1-7	Canales de visualización.....	31
1.3 Asignación de las clemas.....	7	4.3.1-15	Canales de ajuste.....	32
1.3.1-30 Sistemas 1-30.....	7	5.	Localización de fallos.....	37
2 Manejo y función.....	22	5.1	Varios.....	38
2.1 Tecla de ajuste.....	22	6.	Accesorios.....	40

Recomendaciones de seguridad

Por favor, lea detenidamente las siguientes medidas de seguridad para evitar daños a personas y a bienes materiales.

Indicaciones

Antes de intervenir en el aparato, debe observar:

- las normas de prevención de accidentes,
- las normas de protección ambiental,
- la normativa de la Asociación para la Prevención de Accidentes,
- las normas de seguridad vigentes DIN, EN, DVGW, TRGI, TRF y VDE

Este manual de instrucciones se dirige exclusivamente a técnicos habilitados.

- Cualquier trabajo electrotécnico deberá ser efectuado exclusivamente por un técnico autorizado.
- La primera puesta en marcha del aparato deberá ser realizada por el fabricante o por su personal técnico.

Declaración de conformidad

Nosotros, la empresa Ferrol España S.A., ES-09007 Burgos, certificamos bajo nuestra propia responsabilidad que el producto Delta Unit Plus cumple con las disposiciones de las siguientes normas:

EN 55 014-1
EN 60 730-1

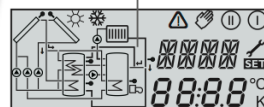
El producto Delta Unit Plus lleva las siglas **CE** de acuerdo con las disposiciones de las siguientes normas:

89/336/EWG
73/ 23/EWG

Delta Unit Plus



- 36 sistemas de base disponibles
- Pantalla Monitoring luminosa
- Regulación de velocidad, reloj horario y calorímetro
- 10 entradas de sonda
- 6 salidas de relé
- Control de función
- VBus®



Totalidad de la entrega:

1 x Delta Unit Plus

1 x bolsa de accesorios

2 x tornillos y clavijas

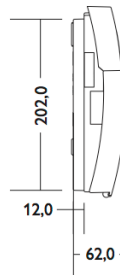
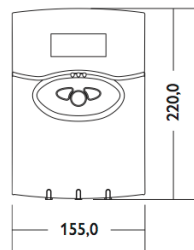
4 x descargas tracción y tornillos

1 x condensador 4,7 nF

Añadido en el paquete completo:

2 x sondas FKP6

3 x sondas FRP6



Datos técnicos

Carátula: de plástico, PC-ABS y PMMA

Tipo de protección:
IP 20 / DIN 40 050

Temp. ambiente: 0...40 °C

Tamaño: 220 x 155 x 62 mm

Montaje: en la pared, posibilidad de instalar un panel de conexiones (para el control)

Pantalla: multifuncional con iluminación de fondo, esquemas de sistemas y pictogramas, display de 4 dígitos y 16 segmentos alfanuméricos, display de 4 dígitos y 7 segmentos numéricos, LED bicolor. El regulador puede ser equipado con un display texto LC luminoso de 4 líneas opcional.

Manejo: mediante 3 pulsadores frontales

Funciones: regulador solar y de calefacción con esquemas de sistemas preprogramados y de selección como: el sistema solar estándar, los sistemas con 2 acumuladores, captadores este/oeste, apoyo al circuito de calefacción, regulación de intercambio térmico, post-calentamiento termostático, caldera de combustible sólido, funciones y opciones adicionales como: calorímetro, función de refrigeración de captadores, función especial de captadores de válvula, protección anticongelante, limitación de temperatura mínima, regulación de velocidad, balance de rendimiento térmico, control de función conforme a las normas BAVV.

Entradas de sonda: 10 sondas de temperatura Pt1000, CS10, V40

Salidas de relé: 6 salidas de relé, 3 de las cuales para la regulación de velocidad

Bus: VBus

Suministro: 220...240V~

Potencia de conexión:

4 (1) A 220...240V~

Tensión transitoria de choque de medición: 2,5 kV

Modo de funcionamiento:

Tipo 1.b / Tipo 1.y

Grado de contaminación: 2



Descargas electrostáticas pueden dañar los componentes electrónicos del regulador.



Atención! componentes de alta tensión.



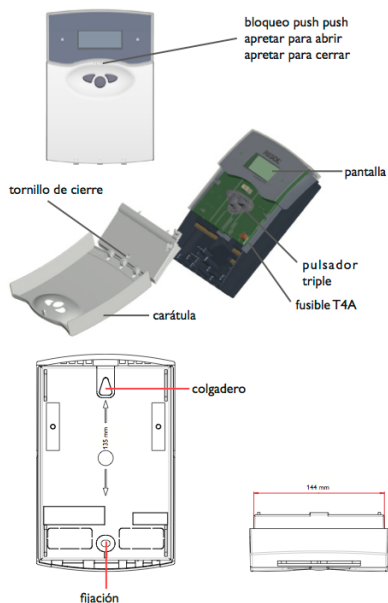
3 |

Delta Unit Plus



1. Instalación

1.1 Montaje



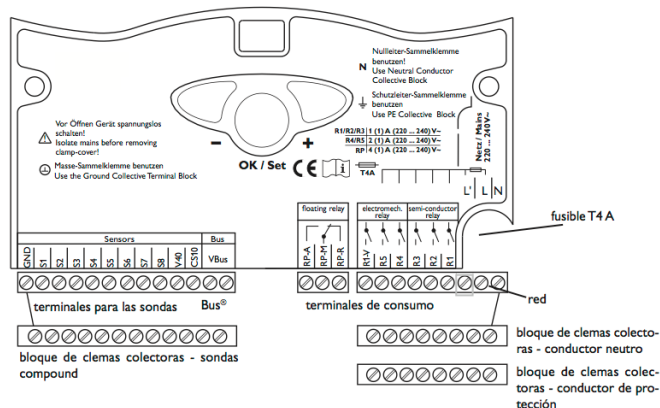
Atención!
Desconecte el regulador de la red antes de abrir la carátula.

El montaje debe realizarse en habitaciones secas y lejos de campos electromagnéticos. El regulador debe poder ser separado de la red eléctrica mediante un dispositivo suplementario con una distancia mínima de separación a todos los polos de 3 mm, o mediante un dispositivo de separación conforme a las normas vigentes. Durante la instalación procure mantener el cable de conexión y el de las sondas separados.

1. Abra la carátula del regulador presionando el bloqueo push push. Desatornille el tornillo con ranura cruciforme de la cubierta para clemas y retire ésta al mismo tiempo que la carátula tirando hacia lo bajo del aparato.
2. Marque el punto de fijación en la pared para el colgadero y premonte la clavija (accesorios) con el tornillo correspondiente.
3. Cuelgue el aparato en el punto marcado; marque ahora en la pared el punto para la fijación (distancia entre los puntos 135 mm) y coloque la clavija inferior.
4. Coloque arriba el aparato y fíjelo con el tornillo con ranura cruciforme.
5. Realice las conexiones conformemente a la asignación de las clemas.
6. Cierre ahora la carátula correctamente.

1.2 Conexiones eléctricas

1.2.1 Directorio de conexiones eléctricas



Anexo 4.4 Bombas Grundfos UPSD 32-50F y UPSD 32-100 F

PEQUEÑA EDIFICACIÓN

Las bombas circuladoras dobles UPSD están diseñadas para la circulación de líquidos en sistemas de calefacción o sistemas de refrigeración y aire acondicionado.

Disponibles en 8 modelos, todos de ellos en versión monofásica de tres velocidades seleccionables.

Funcionamiento controlado

Las bombas dobles llevan incorporado un módulo estándar o un módulo relé en la caja de conexiones para conocer el funcionamiento o fallo de la bomba.

UPSD



Modelo	Código	Conexión bomba	Longitud (mm)	Tensión	P _i (W) Velocidad			I _a (W) Velocidad			Clase Energética	BOMBAS
					1	2	3	1	2	3		
UPSD 32-50	95906413	G2	180	1x230 V	75	100	105	0.32	0.44	0.46	C	
UPSD 32-80	95906455	G2	180	1x230 V	135	200	220	0.6	0.9	0.98	C	
UPSD 32-50 F	95906416	DN32	220	1x230 V	75	100	105	0.32	0.44	0.46	C	
UPSD 32-80 F	95906459	DN32	220	1x230 V	135	200	220	0.6	0.9	0.98	C	
UPSD 32-100 F	95906484	DN32	220	1x230 V	280	340	345	1.3	1.5	1.52	C	
UPSD 40-50 F	95906423	DN40	250	1x230 V	75	100	105	0.32	0.44	0.46	C	
UPSD 40-80 F	95906465	DN40	250	1x230 V	135	200	220	0.6	0.9	0.98	C	
UPSD 40-100 F	95906487	DN40	250	1x230 V	280	340	345	1.3	1.5	1.5	C	

CARACTERÍSTICAS / CONSTRUCCIONES

Las bombas circuladoras UPSD son de tipo rotor encapsulado, es decir, bomba y motor forman un conjunto compacto sin cierre del eje y con sólo dos juntas para el sellado. Los cojinetes están lubricados por el líquido bombeado. Se caracterizan por:

- Eje y cojinetes radiales en cerámica.
- Cojinete de empuje en carbono.
- Carcasa del rotor y soporte del cojinete en acero inoxidable.
- Impulsor en material resistente a la corrosión.
- Carcasa de la bomba en fundición.
- Temperatura del líquido de -25°C a +110°C.
- Presión del sistema máx. 10 bar.
- Clase de aislamiento F
- Motor protegido contra partículas, no necesita protección externa.
- Grado de protección IP42

TABLA DE SELECCIÓN

Modelo	Caudal Q														
	m ³ /h →	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2	2,4	2,8	3,2	3,6	4	5	6	7
Altura en mca.															
UPSD 32-50	5,1	4,9	4,7	4,6	4,5	4,5	4,2	4	3,8	3,5	3,3	2,5			
UPSD 32-80	7,6	7,5	7,2	7,1	7,1	7	6,5	6,4	6,3	6,2	6	5,2	4,5		
UPSD 32-50 F	5,1	4,9	4,7	4,6	4,5	4,5	4,2	4	3,8	3,5	3,3	2,5			
UPSD 32-80 F	7,6	7,5	7,2	7,1	7,1	7	6,5	6,4	6,3	6,2	6	5,2	4,5		
UPSD 32-100 F	10	9,8	9,6	9,5	9,4	9,3	9,2	9,1	9	8,7	8,5	8,1	7,5	6,7	6
UPSD 40-50 F	5,1	4,9	4,8	4,6	4,5	4,5	4,2	4	3,8	3,4	3,3	2,4	1,8	0,8	
UPSD 40-80 F	7,6	7,5	7,3	7,2	7,1	7	6,8	6,5	6,3	6,2	6	5,2	4,4	3,4	2,8
UPSD 40-100 F	10	9,8	9,7	9,6	9,5	9,4	9,2	9	8,8	8,7	8,5	8	7,4	6,6	5,9



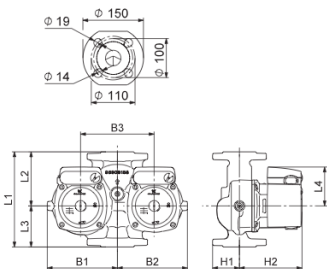
CALEFACCIÓN

CLIMATIZACIÓN

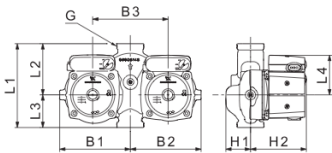
SABER MÁS ...

Dimensiones / Pesos

Bombas conexión brida



Bombas conexión rosca



Modelo	Dimensiones									
	L1	L2	L3	L4	H1	H2	B1	B2	B3	G
UPSD 32-50	180	110	70	96	53	120	166	152	162	2"
UPSD 32-80	180	110	70	85	53	120	166	152	162	2"
UPSD 32-50 F	220	129	91	85	62	120	166	152	162	Brida
UPSD 32-80 F	220	129	91	85	62	120	166	152	162	Brida
UPSD 32-100 F	220	125	95	90	62	145	175	162	170	Brida
UPSD 40-50 F	250	129	121	85	67	120	166	152	162	Brida
UPSD 40-80 F	250	129	121	85	67	120	166	152	162	Brida
UPSD 40-100 F	250	140	110	90	67	145	175	162	170	Brida

SELECCIÓN

		Tubería ROSCADA EXTERIOR		Tubería DN 40 mm	ACCESORIOS HIDRÁULICOS (Ver página 26)
Diámetro tubería		G1 1/4 (33/42)	G1 1/2 (40/49)		
UPSD 32-50	95906413	U 1 1/4" F 509922			
UPSD 32-80	95906455	U 1 1/4" F 509922			
UPSD 32-50 F	95906416	CFT 32-11/4" 96569159		CFW 32 96569183	
UPSD 32-80 F	95906459	CFT 32-11/4" 96569159		CFW 32 96569183	
UPSD 32-100 F	95906484	CFT 32-11/4" 96569159		CFW 32 96569183	
UPSD 40-50 F	95906423		CFT 11/4" F 96569170	CFW 40 96569170	
UPSD 40-80 F	95906465		CFT 11/4" F 96569170	CFW 40 96569170	
UPSD 40-100 F	95906487		CFT 11/4" F 96569170	CFW 40 96569170	



U = Juego racores (fundición)
Nº de racores: 2



CFT = Contrabrida para roscar (acero)
Nº de contrabridas: 1



CFW = Contrabrida para soldar (acero)
Nº de contrabridas: 1

Anexo 4.5 Vasos de expansión Ibérica del Calor 12SMF y 100CMF



Calefacción

28/07/14
C35

VASOS DE EXPANSIÓN

○ ○ ESFERICO AGUA FRIA-CALIENTE (-10°C +100°C)

MEMBRANA FIJA

MODELO	LTRS.	BAR.	DIMENS: D.XH.	Ø	CÓDIGO	EUROS
5 CMF	5	4	200x240	3/4"	0690002005343	17,78
8 CMF	8	4	200X335	3/4"	0690002008343	18,56
12 CMF	12	4	270X304	3/4"	0690002012343	19,40
18 CMF	18	4	270X405	3/4"	0690002018343	21,77
25 CMF	25	4	320X425	3/4"	0690002025343	26,79
35 CMF	35	4	360X475	3/4"	0690002035343	38,73
35 CMF PATAS	35	4	360X480	3/4"	0690002035345	41,03
50 CMF PATAS	50	4	360X630	3/4"	0690002050343	60,35
80 CMF	80	6	485x590	1"	0690004080351	88,07
100 CMF	100	6	485x640	1"	0690004100351	125,60
140 CMF	140	6	485X935	1"	0690004140351	155,43
200 CMF	200	6	600X835	1"	0690004200351	198,71
250 CMF	250	6	600X1060	1"	0690004250351	226,04
300 CMF	300	6	600X1245	1"	0690004300351	288,19
400 CMF	400	6	600X1460	1"	0690004400351	339,99
500 CMF	500	6	750X1495	1"	0690004500351	554,00
600 CMF	600	6	750X1730	1"	0690004600351	666,40
800 CMF	800	6	750X2210	1"	0690004800351	872,87
1000 CMF	1000	6	750X2695	1"	0690004101351	1.028,42

○ ○ AGUA CALIENTE SANITARIA

MEMBRANA NO RECAMBIABLE

MODELO	LTRS.	BAR.	DIMENS: D.XH.	Ø	CÓDIGO	EUROS
V-160 CMR	0,16	10	85-105	1/2"	0690007000692	19,52
2 CMR	2	10	110-245	3/4"	0690001002012	16,28
5CMR	5	10	200-250	3/4"	0690001005012	20,16
8CMR	8	10	200-340	3/4"	0690001008012	22,42
11CMR	11	10	270-310	3/4"	0690001011012	24,98
18CMR	18	10	270-415	3/4"	0690001018012	27,22
24CMR	24	8	320-430	3/4"	0690001025082	34,65

○ ○ ERGIA SOLAR

MEMBRANA FIJA (RESISTENCIA AL ETILENOGLICOL)

MODELO	LTRS.	BAR.	DIMENS: D.XH.	Ø	CÓDIGO	EUROS
5 SMF	5	10	200X240	3/4"	0690002005070	19,77
8 SMF	8	10	200X335	3/4"	0690002008070	21,66
12 SMF	12	10	270X304	3/4"	0690002012070	24,82
18 SMF	18	10	360x465	3/4"	0690002018070	26,99
24 SMF	24	8	320x425	3/4"	0690002024070	31,94

○ ○ ERGIA SOLAR

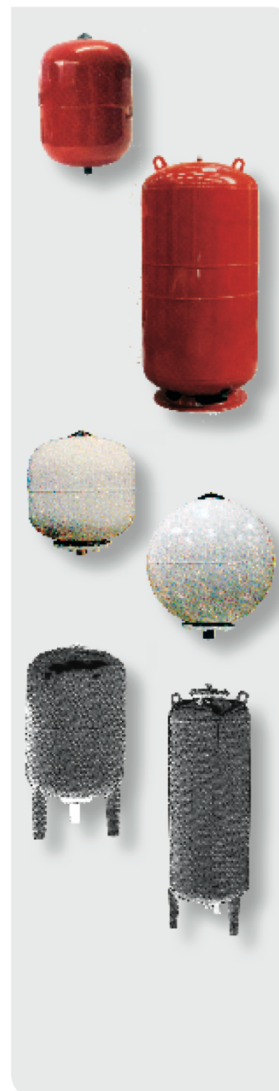
MEMBRANA RECAMBIABLE (RESISTENCIA AL ETILENOGLICOL)

MODELO	LTRS.	BAR.	DIMENS: D.XH.	Ø	CÓDIGO	EUROS
35 SMR-P	35	10	360X615	1"	0690001035070	77,54
50 SMR-P	50	10	360X750	1"	0690001050070	90,15
80 SMR-P	80	10	450X750	1"	0690003080070	113,67
100 SMR-p	100	10	450X850	1"	0690003100070	165,58

○ ○ ERGIA SOLAR. MEMBRANA RECAMBIABLE

MODELO	LTRS.	BAR.	DIMENS: D.XH.	Ø	CÓDIGO	EUROS
220 SMR	200	10	485x1400	1"1/2	0690003200070	353,11
350 SMR	300	10	485x1965	1"1/2	0690003300070	447,64
500 SMR	500	10	600x2065	1"1/2	0690003500070	628,73
700 SMR	700	10	700x2215	1"1/2	0690003700070	1.061,75

VASOS DE MEMBRANA FIJA



GETAFE ☎ 91 683 16 50 – MADRID ☎ 91 403 62 07 – ALCALÁ DE HENARES ☎ 91 887 01 54

Tarifa vigente en: www.ibericadelcalor.com – info@ibericadelcalor.com

35

Anexo 4.6 Caldera condensación BLUEHELIX PRO 25

BLUEHELIX TECH

MICROACUMULACIÓN

*Caldera mural mixta de condensación
con intercambiador de placas*



REDUCCIÓN VOLUMEN
20%
600 x 400 x 320 mm

Save money
saving environment
POWERED BY CONDENS
ferroli

2 años garantía **TOTAL**

INTERCAMBIADOR
INOX DUAL

Calificación Energética
A++

Caldera Ecológica
Clase 5

MICROACUMULACIÓN
Agua caliente
sin esperas

ACS
Hasta 19,5 l/min

- **20 % de ahorro de gas:**
Alta eficiencia energética
- **Bomba modulante en calefacción:**
mínimo consumo
- **Microacumulación:** *agua caliente sin esperas*
- **Producción de ACS mediante intercambiador de placas:**
máximo confort

ferroli
www.ferroli.es

BLUEHELIX TECH MICROACUMULACIÓN

Caldera mural mixta de condensación con intercambiador de placas

OTRAS PRESTACIONES

- Gama disponible en 26,5 kW y 34 kW.
- Calderas especialmente diseñadas para instalaciones de energía solar térmica.
- Máximas prestaciones en A.C.S., hasta 19,5 litros/min.
- Ventilador modulante y cámara de premezcla.
- Posibilidad de conexión de sonda exterior directamente a caldera.



AMPLIAS POSIBILIDADES DE INCORPORAR ELEMENTOS DE REGULACIÓN:

- Ahorros del 15% al incorporar la conexión de un Cronocomando y Sonda Externa Ferrolí (consultar catálogo general).



ACCESORIOS OPCIONALES SOLARES:

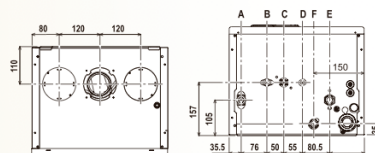
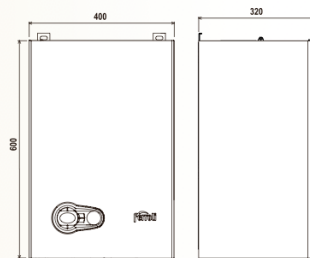


Kit solar con intercambiador de placas: independiza los circuitos primarios de solar y secundario de consumo de A.C.S.



Plantilla hidráulica con válvula mezcladora termostática incorporada.

Bluehelix Tech 25 - 35



- A Ida calefacción Ø 3/4"
B Salida A.C.S. Ø 1/2"
C Entrada gas Ø 1/2"
D Entrada agua fría sanitaria Ø 1/2"
E Retorno calefacción Ø 3/4"
F Válvula seguridad

DATOS TÉCNICOS BLUEHELIX TECH

CARACTERÍSTICAS			BLUEHELIX TECH	
			25	35
Potencia	Potencia Térmica útil con 80°C - 60°C (kW)		24,5	31,4
	Potencia Térmica útil con 50°C - 30°C (kW)		26,5	34
Rendimiento	Rendimiento con 80°C - 60°C (%)		98	98,3
	Rendimiento a carga parcial, 30% Pot. Máxima (%)		108,8	
	Clasificación energética, según 92/42 CEE		****	
	Clase de emisión NOx, según EN 297/A-EN 483		5	
Combustión	1ª gases quemados 80°C - 60°C (°C)		62	
	Cantidad de condensados (kg/h)		2,9	3,7
Calefacción	Presión máxima de trabajo (bar)		3	
	Presión mínima de trabajo (bar)		0,8	
Sanitario	Producción A.C.S. con ΔT 25°C (litros/min)		15,5	19,5
	Clasificación en sanitario según EN13203		***	
Peso	(kg)		29	31,5
Distancia máxima equivalente salida gases quemados: 60/100 (mm)			8	8

PANEL DE MANDOS DIGITAL



- Display LCD.
- Selector regulación sanitario.
- Selector ON-OFF y modalidad confort.
- Hidrómetro.
- Selector regulación calefacción.
- Reset/selector verano-invierno.

CAL 35/14 Julio 2014

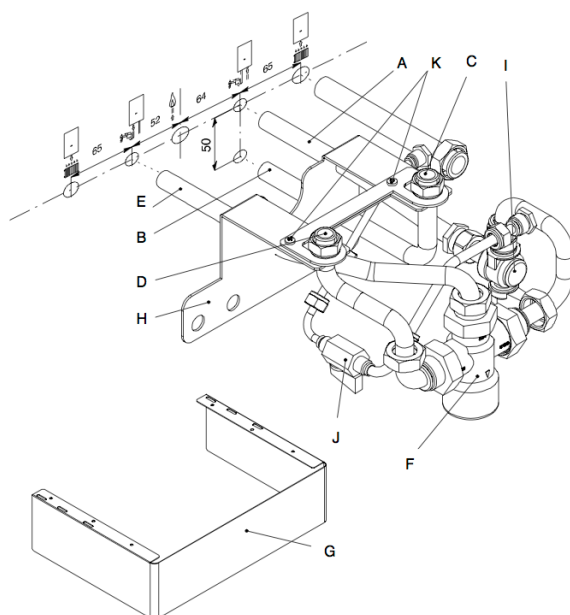
DISTRIBUIDO POR:



MÁS INFORMACIÓN: www.ferrolí.es - Tfno.: 91 661 23 04 - marketing@ferrolí.es

Anexo 4.7 Kit solar colectivo para caldera

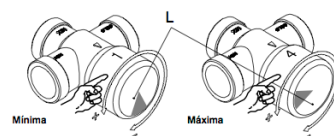
Individual kit solar



- A Entrada de agua sanitaria (Thermostatic válvula)
- B Entrada de agua caliente (acumulador panel solar)
- C Entrada de agua sanitaria (caldera)
- D Salida de agua caliente (caldera)
- E Salida de agua sanitaria caliente (Thermostatic válvula)
- F Thermostatic válvula
- G Panel de protección (fijar con los tornillos presentes en caldera)
- H Estribo bloquea tubo
- I Grifo de agua sanitaria
- J Grifo de relleno
- K Tornillos

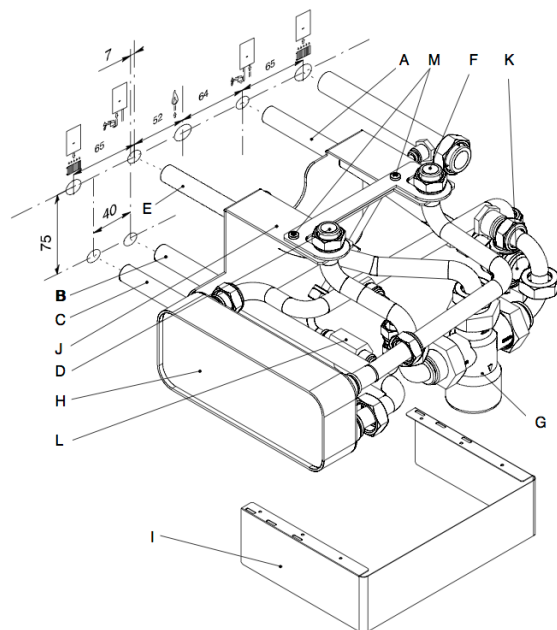
Atención:

En caso de necesidad quitar el estribo bloquea tubo desatornillar los tornillos K antes instalar el kit



La temperatura del agua caliente sanitaria puede regularse en la caldera desde un mínimo de 42° C hasta un máximo de 60° C aproximadamente, girando el mando L. Girando el mando L en sentido contrario al de las agujas del reloj, la temperatura aumenta. En el sentido de las agujas del reloj, disminuye.

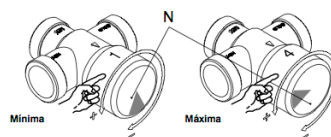
Colectivo kit solar



- A Entrada de agua sanitaria (Thermostatic válvula)
- B Entrada de agua caliente (acumulador panel solar)
- C Salida de agua (intercambiador de calor)
- D Salida de agua caliente (caldera)
- E Salida de agua sanitaria caliente (Thermostatic válvula)
- F Entrada de agua sanitaria (caldera)
- G Thermostatic válvula
- H Intercambiador de calor
- I Panel de protección (fijar con los tornillos presentes en caldera)
- J Estribo bloquea tubo
- K Grifo de agua sanitaria
- L Grifo de relleno
- M Tornillos

Atención:

En caso de necesidad quitar el estribo bloquea tubo desatornillar los tornillos M antes instalar el kit



La temperatura del agua caliente sanitaria puede regularse en la caldera desde un mínimo de 42° C hasta un máximo de 60° C aproximadamente, girando el mando N. Girando el mando N en sentido contrario al de las agujas del reloj, la temperatura aumenta. En el sentido de las agujas del reloj, disminuye.

Diagrama hidráulico para individual kit solar

La agua caliente que viene del panel solar entra en la caldera. En caso de necesidad la caldera comienza a aumentar temperatura del agua. La válvula termostática ajusta la temperatura final del agua sanitaria si es demasiado caliente.

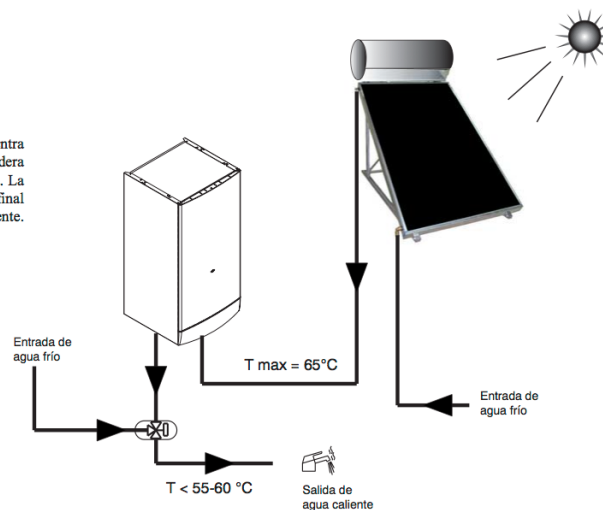
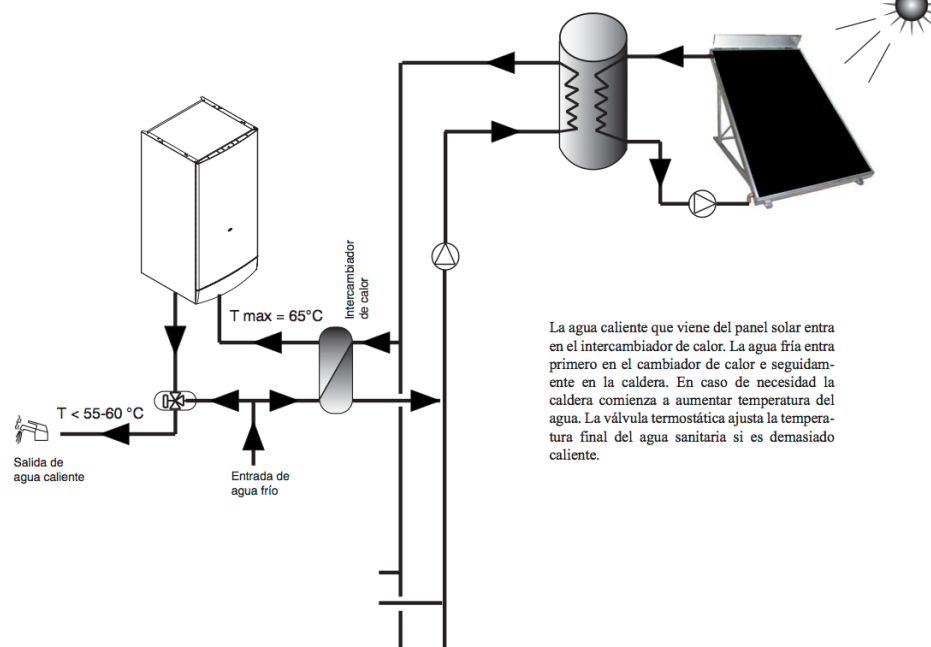


Diagrama hidráulico para colectivo kit solar



La agua caliente que viene del panel solar entra en el intercambiador de calor. La agua fría entra primero en el cambiador de calor e seguidamente en la caldera. En caso de necesidad la caldera comienza a aumentar temperatura del agua. La válvula termostática ajusta la temperatura final del agua sanitaria si es demasiado caliente.

Anexo 4.8 Válvula termostática Ferroli

ferroli



Líderes en sistemas
de confort integral.



En compañía del n°1

VÁLVULA MEZCLADORA TERMOSTÁTICA



EST
energía
Solar
Térmica
Ferroli

Válvula de protección antiquemaduras

• La válvula mezcladora termostática combina las entradas de agua fría y caliente para asegurar el suministro a temperatura constante. • Según el CTE HE4, apartado 3.2.2.3.2 "PROTECCIÓN CONTRA QUEMADURAS", hay que instalarlas en sistemas de Agua Caliente Sanitaria donde la temperatura de agua caliente en los puntos de consumo pueda exceder de 60°, aunque en la parte solar puede alcanzar una temperatura superior para sufragar las pérdidas.

• Como consecuencia del apartado del CTE mencionado, el departamento técnico de Ferroli España S.L.U. aconseja instalar la válvula mezcladora termostática a la salida del apoyo auxiliar para un máximo confort y aprovechamiento de la Energía Solar.

• En el caso de equipos compactos, el departamento técnico de Ferroli España S.L.U. obliga a la instalación de la válvula mezcladora a la entrada del sistema auxiliar y aconseja la instalación de otra válvula a la salida del sistema auxiliar.

Características técnicas

- Campo de regulación: 30÷50°C
- Precisión: $\pm 2^\circ\text{C}$
- Presión máxima de servicio (estática): 10 bar
- Presión máxima de servicio (dinámica): 5 bar
- Temperatura máxima de entrada: 85°C Conexiones: 1/2" M con enlace
- Está dotada de filtros y válvulas de retención en las entradas.

ferroli

Anexo 4.9 Radiadores Ferroli Xian 600 N



The advertisement features a white aluminum radiator against a background with orange and beige curved sections. The radiator is shown from a three-quarter perspective, highlighting its vertical fins and top connections. A circular badge with 'Garantía 10 años' is placed over the lower part of the radiator. To the right, a dark red banner contains the text 'Elevado poder de emisión térmica'. Below the radiator, three bullet points list the product's features. The bottom of the ad is a dark red curved band containing the Ferroli logo and website address.

XIAN
Radiador de Aluminio

Elevado poder de emisión térmica

- **Máxima duración**
- **Linea elegante y actual**
- **Perfecto acabado**

Ferroli
www.ferroli.es

XIAN

Radiador de Aluminio

PRESTACIONES

- Máxima duración**

La aleación especial utilizada en su fabricación resistente a la corrosión y una fabricación controlada, los hacen tan duraderos como su vivienda.

- Integración en instalaciones de baja temperatura**

El gran poder de transmisión térmica del aluminio así como el estudiado diseño del elemento con sus 2 aletas, hacen posible una elevada emisión térmica, que junto a la amplia gama de alturas disponibles permiten adaptarse de forma sumamente sencilla a instalaciones de baja temperatura, consiguiendo mejores sensaciones de confort térmico y mayores ahorros energéticos.

- Estanquidad total**

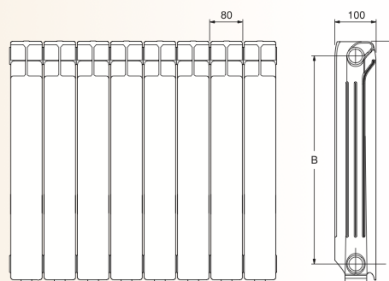
Nuestro sistema exclusivo de **junta elástica** entre elementos asegura una estanquidad indefinida. Todos los elementos son probados, formando baterías, a una vez y media la presión de servicio, es decir, a 9 kg/cm².

- Perfecto acabado**

Se suministran pintados individualmente con resinas epoxi polimerizadas, que le proporcionan un acabado de gran belleza y duración, montados en baterías de 2 a 12 elementos y protegidos por una gruesa funda de plástico retráctil y protectores laterales de cartón.

- Agradable estética**

El suave redondeado de su parte superior y el estudiado diseño de las aletas, que determinan las ventanas de salida del aire, configuran una estética moderna y agradable, haciendo innecesario el uso de cubrerradiadores, etc, que obligan a redimensionar las instalaciones.



Especialmente indicado para trabajar en instalaciones de baja temperatura, con ΔT 30° C. Datos técnicos en tabla

No aislar el radiador completamente de la instalación, salvo que esté equipado con purga automática. No aislar la instalación completa en caso de instalaciones centralizadas si no existen elementos de seguridad.

DATOS TÉCNICOS RADIADORES XIAN

CARACTERÍSTICAS			XIAN 450 N	XIAN 600 N	XIAN 700 N	XIAN 800 N
Emisión térmica UNE EN 442	$\Delta T = 50^{\circ} C$	W	90,8	122,9	142,2	160,2
		kcal/h	78	105,7	122,3	137,7
	$\Delta T = 60^{\circ} C$	W	115,1	156,2	181,4	204,3
		kcal/h	99	134,3	156	175,7
	Emisión baja temperatura $\Delta T = 30^{\circ} C$	W	46,6	62,08	72	81
		kcal/h	40,08	53,39	61,92	69,66
Exponente n			1,30483	1,31423	1,33400	1,33487
Km			0,550807	0,718974	0,770156	0,864470
Contenido agua		(litros)	0,31	0,39	0,45	0,50
Peso		(kg)	1,04	1,36	1,60	1,85
Dimensiones	A	(mm)	431	581	700	800
	B	(mm)	350	500	600	700
Conexiones		(Ø)	1"	1"	1"	1"

CAL 24/12

DISTRIBUIDO POR:



MÁS INFORMACIÓN : www.ferrolí.es - Tfno.: 91 661 23 04 - marketing@ferrolí.es

Anexo 5. Fotografías visita a obra y terreno



Fotografía 1. Acceso a la obra Villa Futuro



Fotografía 2. Vista panorámica de la obra



Fotografía 3. Edificio de estudio



Fotografía 4. Cubierta del edificio

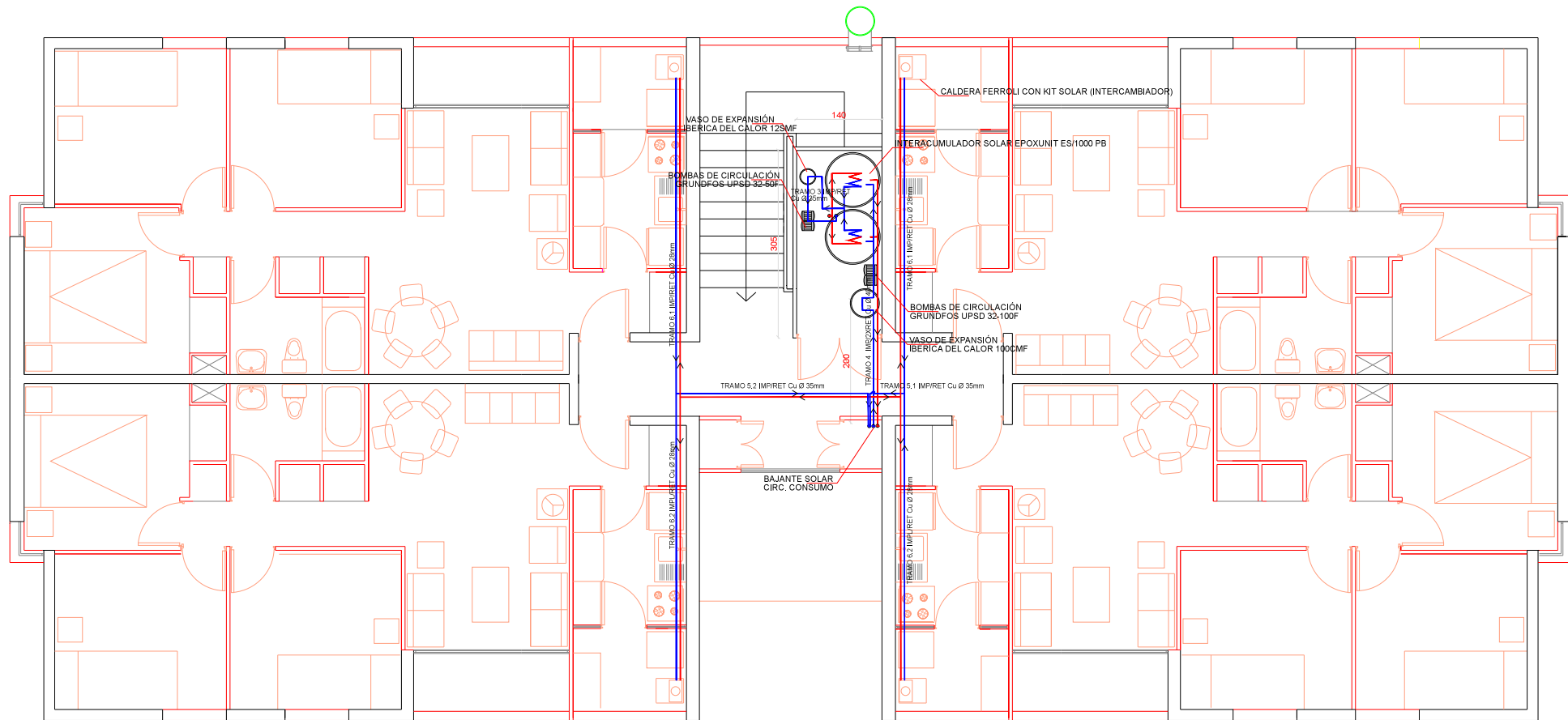
Anexo 6. Planos

Anexo 6.1 Cubierta edificio. Paneles solares.

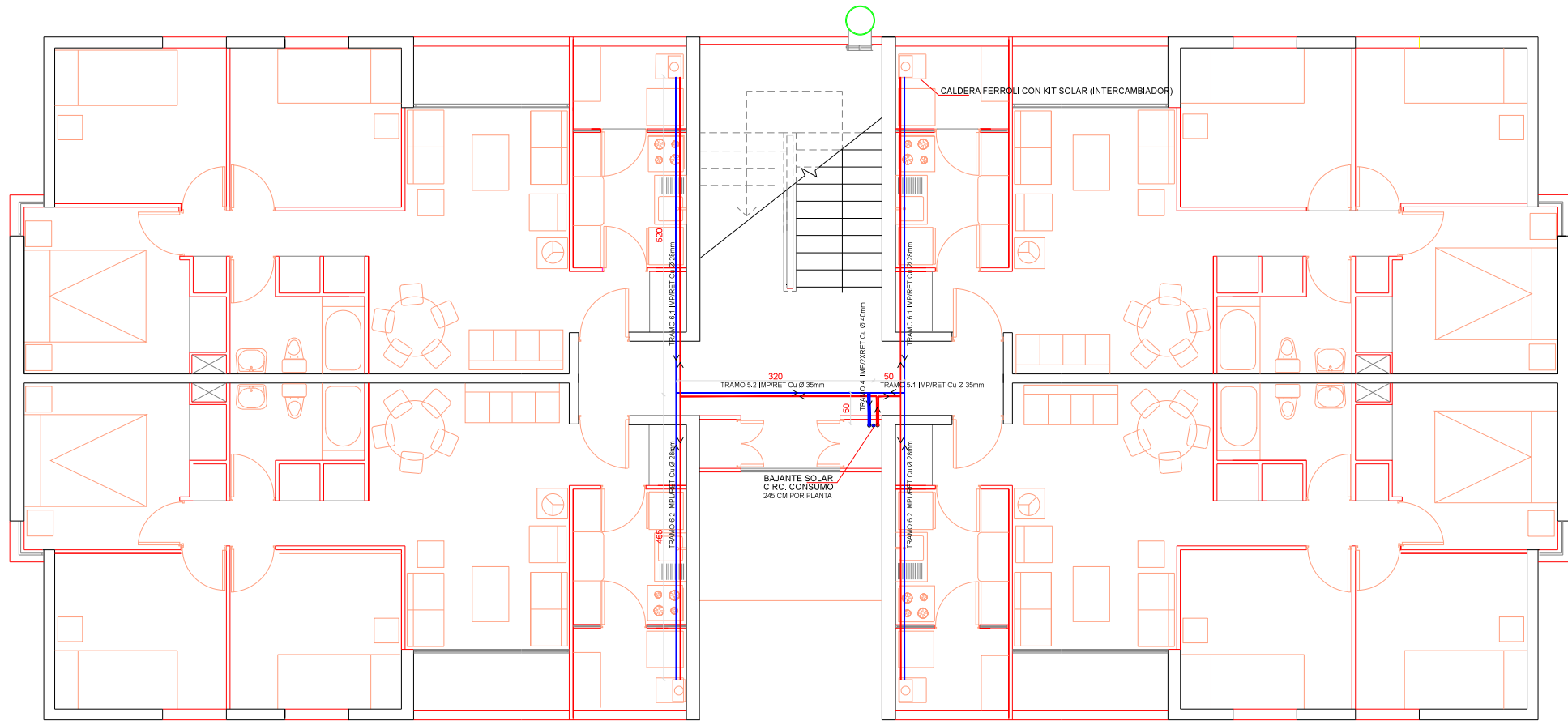
Anexo 6.2 Cuarto técnico acumulador solar. Circuito de consumo.

Anexo 6.3 Plano departamento tipo. Instalación de radiadores.

E 1:100

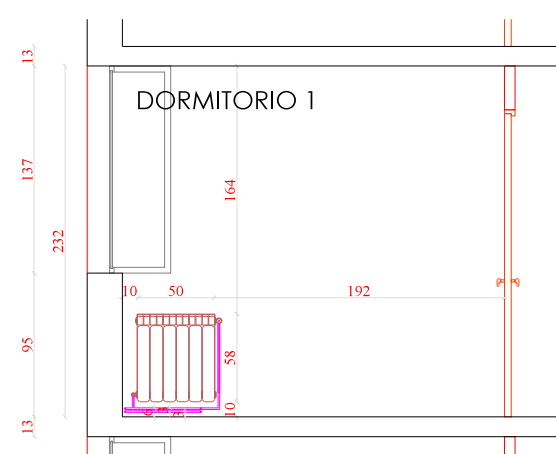


PLANTA CUARTA

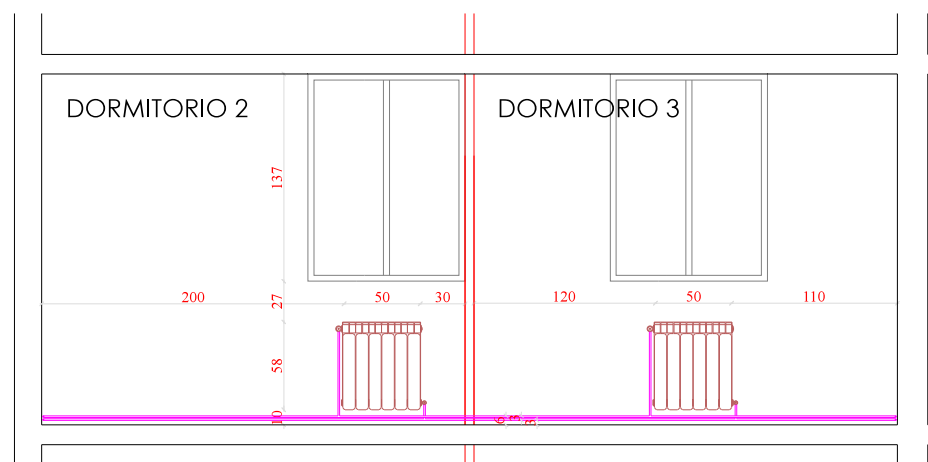


RESTO DE PLANTAS*

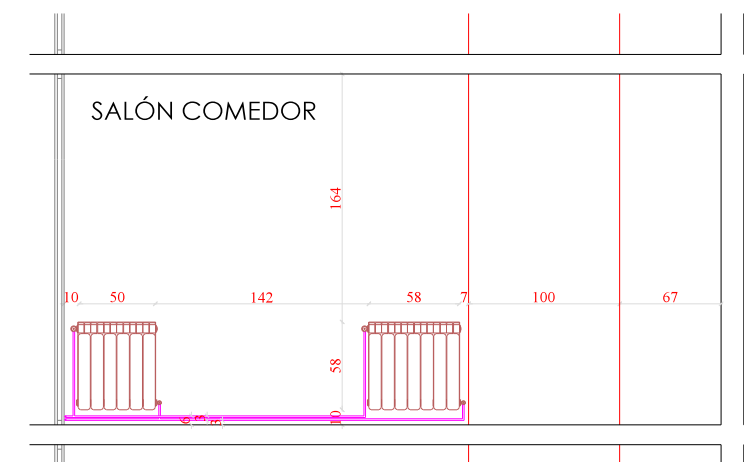
* PLANTA BAJA TIENE EL CUARTO DE BASURAS Y LA ENTRADA AL EDIFICIO



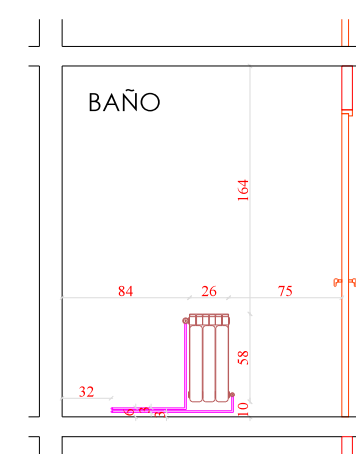
Sección A-A'



Sección B-B'



Sección C-C'



Sección D-D'

